

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS – UEA
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE TABATINGA – CESTB
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Cultivo Hidropônico de *Lactuca sativa* L. var. crespa (alface crespa): Estudo de Caso no Sítio do Sr. Antônio Azevedo, Comunidade Novo Horizonte, Tabatinga–AM

TABATINGA-AM

2025

RONIVALDO LOPES GOMES

Cultivo Hidropônico de *Lactuca sativa* L. var. crespa (alface crespa): Estudo de Caso no Sítio do Sr. Antônio Azevedo, Comunidade Novo Horizonte, Tabatinga–AM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Estudos Superiores de Tabatinga da Universidade do Estado do Amazonas (CESTB/UEA), como requisito para obtenção de nota final para o grau de Licenciatura em Ciências Biológicas, sob a Orientação da Prof.^a Dra. Maria Del Pilar Diaz de Garcia.

TABATINGA-AM

2025



GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE TABATINGA
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ATA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

RONIVALDO LOPES GOMES

CULTIVO HIDROPÔNICO DE *Lactuca sativa* L. var. CRESPA (ALFACE CRESPA): ESTUDO DE CASO NO SÍTIO DO SR. ANTÔNIO AZEVEDO. COMUNIDADE NOVO HORIZONTE, TABATINGA-AM.

Aos vinte e seis dias (26) dias do mês de junho de dois mil e vinte e cinco, o aluno acima citado foi avaliado pela Comissão de Avaliação composta por Dra. Maria Del Pilar Diaz de Garcia - Presidente, Dra. Cristiane Suely Melo de Carvalho – Membro e Dr. Camilo Torres Sanchez – Membro.

Aprovado aos 26 dias de junho de 2025

TIPO DE AVALIAÇÃO	NOTA DOS AVALIADORES			MÉDIAS
	1º Avaliador	2º Avaliador	3º Avaliador	
ESCRITA	8,0	8,0	10,0	8,6
ORAL	9,0	8,0	10,0	9,0
NOTA FINAL (MÉDIA FINAL)				8,8

Ronivaldo Lopes Gomes
Aluno

Dra. Maria Del Pilar Diaz de Garcia
1ª Avaliadora

Dra. Cristiane Suely Melo de Carvalho
2ª Avaliadora

Dr. Camilo Torres Sanchez
3º Avaliador

Prof. Dr. Paulo Alexandre
Coord. Biologia
PPG - GRUPO Nº 740/2025

Dr. Paulo Alexandre Lima Santiago
Coordenador do Curso de Ciências Biológicas

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade do Estado do Amazonas.

G633c Gomes, Ronivaldo Lopes
 Cultivo Hidropônico de Lactuca sativa L.var. (alface crespa):
 Estudo de Caso no Sítio do Sr. Antônio Azevedo, Comunidade Novo
 Horizonte, Tabatinga - AM / Ronivaldo Lopes Gomes . Manaus : [s.n],
 2025.
 44 f.: color.; 21,0 cm.

 TCC - Graduação em Ciências Biológicas- Licenciatura-
 Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2025.
 Orientador: Garcia, Maria del Pilar Diaz .

 1. Hidroponia . 2. alface crespa . 3. sistema NFT . 4. agricultura
 sustentável . 5. amazônia . I. Garcia, Maria del Pilar Diaz (Orient.) II.
 Universidade do Estado do Amazonas. III. Título

CDU(1997)57

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos não são poucos, especialmente quando penso nas amizades feitas, nos colegas, e nos verdadeiros amigos que caminharam comigo durante o curso. Aprendi muito a cada semestre, com cada docente e em cada disciplina, conforme sua área de atuação.

Mas, em primeiro lugar, não posso deixar de agradecer ao nosso grande Deus. Obrigado por me conceder saúde até este momento tão importante, que representa mais uma conquista na minha vida. Obrigado, meu Deus, também por permitir saúde à minha mãe, que sempre me deu condições de ter acesso à educação. Obrigado, mãe, essa conquista também é sua!

Agradeço à minha colega de curso Nailci Carvalho, que sempre esteve ao meu lado, e ao meu colega Josimar Santana, pela parceria ao longo da jornada. Meus sinceros agradecimentos também à minha orientadora, Prof^ª. Dra. Maria Del Pilar Diaz de Garcia, por todo apoio, dedicação e orientação.

Quero expressar também minha gratidão à UEA – Centro de Estudos Superiores de Tabatinga (CESTB/UEA), por ter aberto suas portas e me possibilitado cursar Ciências Biológicas. Se Deus nos permite sonhar com um objetivo, cabe a nós não desistir, porque, no final, percebemos que tudo valeu a pena as dificuldades, os momentos bons e os ruins.

Finalizo dizendo que a educação não se aprende apenas em casa. Os conhecimentos mais amplos precisam ser buscados também fora do lar, nas instituições de ensino, onde atuam grandes profissionais da educação verdadeiros exemplos para todos que sonham em conquistar o tão sonhado diploma do ensino superior.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo analisar o cultivo hidropônico de *Lactuca sativa* L. (alface crespa) no sistema NFT (Técnica do Filme de nutrientes), por meio de um estudo de caso realizado no Sítio do Sr. Antônio Azevedo, localizado na comunidade Novo Horizonte, no município de Tabatinga-AM. A pesquisa buscou compreender as etapas do manejo hidropônico, desde a germinação das sementes em espuma fenólica até a colheita, observando a eficiência do sistema e o aproveitamento da produção. A metodologia incluiu observações diretas, registros fotográficos e monitoramentos semanais durante um ciclo completo de trinta dias, além da análise da preparação da solução nutritiva com macro e micronutrientes. Os resultados demonstraram um aproveitamento médio de 80% a 90% da produção, com perdas mínimas, reforçando a viabilidade do sistema NFT na região. Constatou-se ainda que a técnica oferece vantagens como economia de água, controle nutricional preciso e baixo uso de mão de obra. Conclui-se que o cultivo hidropônico, quando bem manejado, pode ser uma alternativa sustentável e produtiva para pequenas propriedades na região amazônica.

Palavras-chave: Hidroponia, alface crespa, Sistema NFT, Agricultura sustentável, Amazônia.

Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo analizar el cultivo hidropónico de *Lactuca sativa* L. (lechuga crespa) mediante el sistema NFT (Técnica del Filme de Nutrientes), a través de un estudio de caso realizado en el Sitio del Sr. Antonio Azevedo, ubicado en la comunidad Novo Horizonte, en el municipio de Tabatinga-AM, Brasil. La investigación buscó comprender las etapas del manejo hidropónico, desde la germinación de las semillas en espuma fenólica hasta la cosecha, observando la eficiencia del sistema y el aprovechamiento de la producción. La metodología incluyó observaciones directas, registros fotográficos y monitoreos semanales durante un ciclo completo de treinta días, además del análisis de la preparación de la solución nutritiva con macro y micronutrientes. Los resultados demostraron un aprovechamiento promedio del 80% al 90% de la producción, con pérdidas mínimas, reforzando la viabilidad del sistema NFT en la región. Se constató que la técnica ofrece ventajas como ahorro de agua, control nutricional preciso y bajo uso de mano de obra. Se concluye que el cultivo hidropónico, cuando es bien manejado, puede ser una alternativa sostenible y productiva para pequeñas propiedades en la región amazónica.

Palabras-clave: Hidroponía, Lechuga crespa, Sistema NFT, Agricultura sostenible, Amazonía.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagens via satélite da área de pesquisa (A e B), no município de Tabatinga-AM.....	20
Figura 2 - Espécies de sementes utilizadas no cultivo hidropônico no Sítio do Sr. Antônio Azevedo: cultivares Peony (Sakata) e BRS Leila (Agrocinco), grupo Alface Crespa	24
Figura 3 - Escolha do tipo de semente (2 A e 2 B).....	25
Figura 4 - Processos do Manejo Hidropônico da Alface – Espuma Fenólica (3 A e 3 B)	26
Figura 5 - Semeadura das sementes (A). Fase de crescimento da primeira semana (B)	27
Figura 6 - Preparo da Solução Nutritiva Macronutriente (Figura A e B). pesados com uma mini balança plástica Multitec	28
Figura.7 - Preparo da Solução Nutritiva Macronutriente (Figura A e B). Os sais foram dissolvidos separadamente em recipientes plásticos com água limpa.....	29
Figura 8 - Preparo da solução nutritiva micronutriente.....	31
Figura 9 - (A) Quantidade de micronutrientes a ser adicionada ao reservatório de água; (B) Copo plástico utilizado para medição (100 mL).....	31
Figura 10 - (A) Motobomba utilizada para a circulação periódica da solução nutritiva no sistema hidropônico; (B) Solução nutritiva sendo distribuída sobre a bancada, nos canais onde estão as células com as hortaliças.....	32
Figura 11 - Amostra da eficiência e adaptação das sementes no início do cultivo: (A) e (B) Bancada com as primeiras mudas em desenvolvimento	33
Figura 12 - (A) e (B) Berçários com mudas de 16 dias, etapa em que ocorre a substituição dos tubos de PVC chata para os cilíndricos.....	35
Figura 13 - Troca da hortaliça após 16 semanas no sistema hidropônico com tubos cilíndricos de PVC: (A) bancada com a terceira muda nos tubos cilíndricos de PVC; (B) hortaliça no estágio final de crescimento, pronta para comercialização, na bancada de tubos de PVC cilíndricos.....	36
Figura 14 - Hortaliça com raízes desenvolvidas, no estágio final de absorção da solução nutritiva e pronta para colheita	37
Figura 15 - (A) Hortaliça no estágio final de monitoramento, momento ideal para a colheita; (B) Hortaliças recém-colhidas, preparadas para comercialização	38

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Quantidade de gramas no preparo da solução nutritiva p/1200L de água.....	29
Tabela 2 - Quantidade de micronutrientes no preparo da solução nutritiva p/1.200 litros de água.....	32
Tabela 3 - Datas de monitoramento do manejo da hortaliça, desde a primeira muda até a fase final de colheita (período de 30 dias ou mais).....	39

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Percentual de aproveitamento e perda da colheita da hortaliça, primeiro monitoramento e manejo ao longo de trinta dias.....	39
Gráfico 2 – Percentual de aproveitamento e perda da colheita da hortaliça, segundo monitoramento e manejo ao longo de trinta dias.....	40

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. Objetivos	12
2.1 Objetivo Geral	12
2.2 Objetivo Específicos	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1 A Hidroponia como Sistema de Produção	18
3.2 Cultivo de <i>Lactuca sativa</i> L. (Alface Crespa) em Hidroponia	19
3.3 Aspectos Técnicos do Sistema NFT	19
3.4 A Importância do Cultivo Sustentável na Região Amazônica	19
4. MATERIAIS E MÉTODOS	20
4.1 Área de Estudo	20
4.2 Procedimento Metodológico	21
4.2.1 Tipo de pesquisa	21
4.2.2 Delineamento metodológico	21
4.2.3 Procedimentos de coleta de dados	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.1 Características Botânicas da Família Asteraceae (Compositae)	22
5.2 Descrição da Espécie	23
5.3 Variedades de Alface (<i>Lactuca sativa</i> L.)	23
5.4 Estrutura do sistema hidropônico adotado	24
5.5 Sementes e processo de peletização	24
6. Processos do Manejo Hidropônico da Alface – Espuma Fenólica	26
6.1 Semeadura das sementes	26
6.2 Preparo da Solução Nutritiva – Macronutrientes	27
6.3 Preparo da Solução Nutritiva – Micronutrientes	30
6.3.1 Procedimento para o Preparo da Solução Nutritiva de Micronutrientes (1.200L)	30
7. EFICIÊNCIA DA SOLUÇÃO NUTRITIVA NA GERMINAÇÃO DAS PLANTULAS	33
7.1 Análise dos dados	35
8. Aproveitamento e perda da colheita da hortalíça (Gráfico 1), (Gráfico 2)	39

8.1 Conclusão dos dados dos gráficos (1 e 2)	40
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por alimentos de qualidade, livres de agrotóxicos e produzidos de forma sustentável, tem impulsionado o desenvolvimento de técnicas alternativas de cultivo, como a hidroponia. Essa técnica consiste no cultivo de plantas sem solo, em que as raízes recebem uma solução nutritiva equilibrada, contendo todos os elementos essenciais para o desenvolvimento da planta (FURLANI, 1999). Dentre os sistemas hidropônicos disponíveis, destaca-se o sistema NFT (Técnica do Filme de Nutrientes), que proporciona maior economia de água e nutrientes, além de possibilitar maior controle sobre as condições de crescimento.

A alface (*Lactuca sativa*) é a hortaliça folhosa de maior importância no Brasil com área cultivada de aproximadamente 35 mil ha. Seu cultivo é intensivo e atualmente o mercado de sementes de alface é estimado em torno de US\$ 2 milhões por ano (Costa e Sala, 2005). O tipo predominante no Brasil é do grupo crespa, liderando 70% do mercado. As do grupo americana e lisa detêm 15% e 10%, respectivamente, enquanto outras (vermelha, mimosa, romana) correspondem a 5% do mercado (Sala & Costa, 2005).

Embora o melhoramento genético desta espécie tenha proporcionado ótimos resultados, disponibilizando cultivares mais adaptadas para o plantio nas diferentes épocas do ano, tornase necessário avalia-las nas diferentes regiões produtoras do país, pois o seu comportamento varia principalmente em função das condições edafoclimáticas de cada região (SILVA e VIZZOTO, 1994). Auxiliando o produtor na escolha de cultivares com maior rendimento, e resistência ou tolerância as doenças ou pragas.

A alface crespa apresenta 70% do mercado internacional, esta diversidade também tem adaptabilidade no cultivo em diferentes estações do ano. O potencial de produtividade das espécies vegetais depende da interação com o seu genótipo e ambiente (NASCIMENTO *et al.*, 2021).

Devido às mudanças no hábito alimentar do consumidor que vem preocupando-se mais com a saúde, o consumo de alface vem aumentando a cada ano sendo necessária sua produção diária durante todo o ano para atender a crescente demanda do mercado consumidor com mercadoria fresca e com qualidade. Desta maneira, nos últimos anos têm sido desenvolvidos e adotados sistemas de cultivo protegido (SOUZA *et al.*, 1994), principalmente o hidropônico.

A escolha pelo estudo de caso no Sítio do Sr. Antônio Azevedo, localizado na comunidade Novo Horizonte, no município de Tabatinga-AM, justifica-se pela importância da produção familiar para o abastecimento local e pela adoção do sistema hidropônico como

alternativa de cultivo sustentável na região amazônica, marcada por desafios logísticos e ambientais para a agricultura convencional. Além disso, iniciativas como essa contribuem para a segurança alimentar da população local, promovem a diversificação da produção agrícola e representam fonte de renda para pequenos produtores.

A relevância desta pesquisa está na análise do desempenho da produção de alface crespa no sistema NFT, considerando aspectos como o preparo da solução nutritiva, a eficiência do manejo, as perdas e o aproveitamento da produção ao longo do ciclo. A partir disso, busca-se contribuir para a disseminação de conhecimentos técnicos sobre a hidroponia, valorizando experiências locais e demonstrando seu potencial como alternativa viável na região do Alto Solimões.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar o processo de cultivo hidropônico da *Lactuca sativa* L. (alface crespa) no sistema NFT, com base no estudo de caso realizado no Sítio do Sr. Antônio Azevedo, localizado na comunidade Novo Horizonte, em Tabatinga-AM, identificando as etapas de manejo, a eficiência produtiva e as condições técnicas do sistema utilizado.

2.2 Objetivos Específicos

- Descrever as etapas de preparo da solução nutritiva e seu papel no desenvolvimento da cultura;
- Identificar os materiais e técnicas utilizados no cultivo hidropônico do tipo NFT adotado na propriedade;
- Avaliar o desempenho da produção de alface crespa em relação ao tempo de cultivo, percentual de aproveitamento e perdas;
- Observar as vantagens e limitações do sistema NFT no contexto da agricultura familiar na região amazônica;

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Originalmente a hidroponia, denominada então cultivo em água (water-culture), foi utilizada como metodologia para estudos em fisiologia da nutrição de plantas. O primeiro uso documentalmente comprovado da hidroponia em pesquisa foi feito pelo naturalista inglês John Woodward (1665-1728), o qual testou a hipótese do flamengo Jan Baptist van Helmont (1580-1644) de que a matéria vegetal seria formada completamente a partir da água.

Woodward refutou essa hipótese ao testar o crescimento de plantas de hortelã em água de nascente, água de chuva, água do rio Tâmis e água do encanamento do Hyde Park, em Londres. Ele concluiu que as substâncias dissolvidas na água eram responsáveis pelo desenvolvimento das plantas, uma vez que estas cresciam mais nas águas menos puras.

O cultivo hidropônico por ser um sistema de produção sem solo e em ambiente fechado permite obter produtos de qualidade superior ao cultivo a campo. A solução nutritiva e as condições de cultivo variam para cada espécie vegetal, a qual possui diferentes potenciais produtivos e exigências nutricionais (TEIXEIRA, 1996). Assim, o ajuste químico da solução nutritiva depende da espécie, do ambiente, da época de plantio e cultivo (intensidade luminosa e temperatura) e, principalmente, da qualidade da água utilizada nesta forma de cultivo. Segundo Furlani (*et al.*, 2008), os itens essenciais para a construção de um sistema hidropônico são: reservatório, moto-bomba, base de sustentação, canais de cultivo, solução nutritiva e substrato.

A hidroponia é um conjunto de técnicas caracterizadas pelo cultivo de plantas sem o uso de solo, de forma que os nutrientes minerais são fornecidos através de uma solução nutritiva balanceada para atender as necessidades da planta que se deseja cultivar (Bezerra Neto & Barreto, 2000). No Brasil, o cultivo comercial de hortaliças e plantas ornamentais utilizando técnicas de hidroponia é de introdução recente, e vem se expandindo rapidamente nas proximidades dos grandes centros urbanos, onde as terras agricultáveis são escassas e caras havendo grande demanda por produtos hortícolas. Neste contexto o sistema hidropônico apresenta-se como alternativa vantajosa (Martinez & Silva Filho, 2004; Luz *et al.*, 2006).

Seguindo os evidentes êxitos na Holanda, houve uma rápida expansão na produção hidropônica comercial em muitos países ao redor do mundo. Utilizando sistemas que diferem amplamente de país a país, a área mundial hidropônica aumentou cerca de 6.000 hectares (15.000 acres) no ano de 1989. A hidroponia agora foi alterada de uma “curiosidade irrelevante” a uma significativa técnica hortícola, especialmente em segmentos de flor cortada e hortaliças para saladas (SILVA&MELO, 2003). No lado técnico, estão sendo usada uma ampla gama de substratos incluindo alguns novos. Desenvolveram-se um número de versões modificadas de técnicas já existentes, mas nenhuma teve maior impacto. Sem dúvida, os equipamentos de rega e equipamentos de controle e as técnicas têm melhorado muito, como ter métodos de desinfecção de soluções nutritivas recirculantes. No entanto, não apareceu uma nova técnica hidropônica significativa nos últimos 20 anos (SILVA e MELO, 2003).

Desde então a hidroponia vem sendo praticada com fins comerciais, nos Estados Unidos e em outros países (Filgueira, 2007). Na atualidade, países como Holanda, Alemanha,

Espanha, Itália, Suécia, Austrália, Japão e Estados Unidos, praticam a hidroponia em escala comercial. A Agência Espacial Americana– NASA, utiliza a técnica para cultivar espécies oleícolas em viagens espaciais longas (Martinez, 2002).

A utilização da hidroponia tem se expandido nos últimos anos como forma de aumentar a produção. Vários fatores contribuem para que esta técnica seja um negócio promissor, pois segundo Faquin *et al.*, (1996), a hidroponia apresenta uma série de vantagens tais como produção em pequenas áreas, utilização de baixa quantidade de água e fertilizantes, redução do número de operações durante o ciclo da cultura, antecipação da colheita e redução drástica de defensivos agrícolas. Por outro lado, o alto investimento inicial e a necessidade de treinamento especializado são os pontos que dificultam a adoção da hidroponia.

Normalmente, mudas de hortaliças são produzidas por meio da sementeira em canteiros a céu aberto, sacos de papel/plástico ou em caixas, sendo posteriormente transplantadas para canteiros a céu aberto. Essas condições contribuem para uma redução da qualidade das mudas. Uma alternativa é o cultivo de mudas por meio da hidroponia, que é uma técnica conduzida em casa de vegetação, onde as mudas são produzidas em recipientes (bandejas multicelulares) sem uso do solo, em meio líquido ou em meio sólido (com substrato). Os substratos usados no cultivo hidropônico são materiais inertes, entre eles os resíduos orgânicos, que servem apenas de suporte para as mudas e não contêm nutrientes disponíveis para suprir as necessidades delas. Nesse caso, os nutrientes são fornecidos por uma solução nutritiva junto da irrigação. A utilização de resíduos na formulação de substratos para produção de mudas hidropônicas constitui uma alternativa para a redução do impacto causada por eles ao meio ambiente, como também para a redução dos custos de produção (BEZERRA *et al.*, 2008).

A forma de cultivo proposta pela hidroponia deixa evidente que existem alguns pontos a serem abordados para se realizar a sua implementação como forma de produção majoritária em propriedades agrícolas, como o fato de a mesma possuir uma demanda por energia elétrica 22 para seu funcionamento. O cultivo hidropônico possui algumas desvantagens em relação aos métodos de cultivo tradicionais como a necessidade de o produtor ter o conhecimento necessário para o manuseio adequado da mesma, tendo em vista que o processo produtivo envolve várias etapas desde a germinação até a colheita. Durante todo esse processo alguns parâmetros, tais como pH e condutividade elétrica da água, devem ser monitorados com certa frequência. Uma vez que a alteração destes parâmetros pode prejudicar o desenvolvimento do vegetal em cultivo, o produtor deve saber a forma adequada de realizar a correção destes fatores. Porém, um dos motivos que provavelmente mais desestimulam a adoção do cultivo

hidropônico seja o seu maior investimento inicial em relação ao método de cultivo tradicional (ECOCENTER, 2022).

O sistema NFT (Nutrient Film Technique) ou técnica do filme de nutrientes é o método de cultivo hidropônico mais difundido no Brasil. Nesse método existem estruturas chamadas de bancadas, onde ficam localizados os perfis hidropônicos, que nada mais são que as canaletas em que as plantas serão depositadas. As bancadas são dispostas de modo que um de seus lados apresente maior elevação que o outro. Nessa disposição, a solução nutritiva é bombeada em intervalos predefinidos para a parte superior da mesma. Devido a inclinação existente, a solução retorna ao reservatório posicionado abaixo das bancadas por gravidade, assim o ciclo se reinicia. O termo “técnica de filme de nutrientes” está relacionado com a espessura do fluxo da solução nutritiva que é bombeada para a parte superior dos perfis. Como o perfil têm formato retangular, ao escorrer por gravidade, a solução nutritiva cria uma fina camada no fundo do mesmo, formando o “filme de nutrientes” em questão (HIDROGOOD, 2017).

O método hidropônico é caracterizado pelo cultivo de plantas em tubos de plástico contendo uma solução de nutrientes dissolvidos e fertilizantes químicos. Neste sistema, o vegetal permanece protegido contra fatores ambientais adversos, tais como chuva, geada e ventos o que aumenta a sua produtividade (ROSA, 2013).

O cultivo hidropônico por sua vez, representa outra opção de produção, que pode se adequar perfeitamente às exigências de alta qualidade, alta produtividade, mínimo desperdício de água e nutrientes sem a perda destes no solo. A hidroponia, em termos simples, significa trabalho com água (hidro = água, ponos = trabalho), em que as plantas não entram em contato com o solo, sendo simplesmente produzidas em soluções nutritivas, que são preparadas cuidadosamente para nutrir a planta, circulando entre suas raízes (ALBERONI, 2004).

Ao contrário do que se imagina, o cultivo hidropônico de plantas é uma técnica de cultivo antigo. O crescimento de plantas em meio aquoso nos oceanos é anterior ao seu crescimento na terra. Arquivos hieroglíficos antigos datados de centenas de anos antes de Cristo descrevem o crescimento de plantas na água ao longo do rio Nilo. O arroz tem sido cultivado na água desde tempos imemorráveis na China. Muitos crêem que, como ferramenta de cultivo, a hidroponia começou na antiga Babilônia, nos famosos jardins suspensos, considerados uma das sete maravilhas do mundo antigo (SOARES, 2002).

De acordo com Melo *et al.* (2002), o uso da hidropônia surgiu como uma alternativa para problemas como a baixa disponibilidade de solos aptos à agricultura; a incidência de determinadas doenças de solo, dificilmente controladas por métodos químicos, sanitários ou

de resistência genética; além do interesse em incrementar a eficiência do uso da água e o desejo de aumentar a produção e melhorar a qualidade dos alimentos.

A alface (*Lactuca sativa* L.) originou-se de espécies silvestres, ainda atualmente encontradas em regiões de clima temperado, no sul da Europa e na Ásia Ocidental (FILGUEIRA, 2023). Seu cultivo é feito de maneira intensiva e geralmente praticado pela agricultura familiar. Responsável pela geração de cinco empregos diretos por hectare (ALENCAR *et al.*, 2012).

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta herbácea anual, sendo considerada a hortaliça folhosa mais importante na alimentação do brasileiro, o que assegura a essa cultura, expressiva importância econômica (CARVALHO *et al.*, 2005). Apresenta como principal vantagem o baixo valor energético, razão pela qual é frequentemente indicada na dieta alimentar, com alta demanda em saladas, planta nutracêutica (denominação utilizada para plantas com uso nutricional e medicinal), conhecida pelas suas propriedades sedativas (SANTOS, 2000).

O cultivo hidropônico representa uma alternativa extremamente viável ao sistema convencional de plantio, apresentando vantagens não só para os produtores, mas também para consumidores e ao meio ambiente. É possível a obtenção de produtos de alta qualidade, ciclo curto, maior produtividade, menor gasto de água, insumos agrícolas e mão de obra. No Brasil, atualmente a alface é a mais importante hortaliça produzida neste sistema, principalmente no sistema NFT (Nutriente Film Technique) (PAULUS *et al.*, 2005).

Admite-se que o pesquisador William Frederick Gericke foi quem primeiro empregou o termo “hidroponia”, em 1937, para indicar o cultivo de plantas sem o uso do solo, e foi também quem primeiro transferiu os conhecimentos de pesquisas laboratoriais para o campo, isto é, o emprego da hidroponia com fins comerciais (Martins, s.d.). Desde então a hidroponia vem sendo praticada com fins comerciais, nos Estados Unidos e em outros países (Filgueira, 2007).

O termo hidroponia vem do grego hidro ponos, que significa “trabalho na água”. É uma técnica de cultivo de hortaliças, frutos e flores, em que as plantas não entram em contato com o solo, mas em soluções nutritivas, que são preparadas cuidadosamente para nutrir a planta, circulando entre suas raízes. É um cultivo limpo onde a planta recebe apenas o que necessita e na dose correta: sol, apoio, água arejada e nutriente. (TEIXEIRA, 1996) A alface (*Lactuca sativa*) é a hortaliça folhosa de maior importância no Brasil com área cultivada de aproximadamente 35 mil ha. Seu cultivo é intensivo e atualmente o mercado de sementes de alface é estimado em torno de US\$ 2 milhões por ano (Costa & Sala, 2005). O

tipo predominante no Brasil é do grupo crespo, liderando 70% do mercado. As do grupo americana e lisa detêm 15% e 10%, respectivamente, enquanto outras (vermelha, mimosa, romana) correspondem a 5% do mercado (Costa & Sala, 2005).

A produção de hortaliças, ou oleicultura, é uma atividade relevante no cenário nacional brasileiro. A produção destes alimentos abastece tanto grandes indústrias de processamento de alimentos como pequenos mercados e feiras públicas, movimentando, assim, o comércio de pequeno a grande porte. O cultivo de hortaliças contribui para compor a base da agricultura familiar e também alimentar da população brasileira, tanto pelo alto valor nutritivo dos produtos, quanto pela relativa facilidade de cultivos dos mesmos (PEREIRA; PEREIRA, 2016).

O cultivo hidropônico é capaz de conciliar uma alta produção por área com baixos impactos ambientais e reduzido consumo de recursos hídricos. Adicionalmente, esta técnica de produção agrícola possui uma característica construtiva que permite que a produção possa ser realizada sem a necessidade de solo, facilitando, assim, o controle de pragas e o manejo da produção (SENAR, 2020). Devido à versatilidade que existe para a implementação ou modificação de uma planta hidropônica, esta pode ser alocada perto de grandes centros consumidores utilizando-se de relativo pouco espaço, fornecendo assim alimentos frescos que são vistos com bons olhos pelo consumidor. Uma das características igualmente importantes que impulsionaram um acréscimo significativo da utilização do cultivo hidropônico nas últimas décadas foi a possibilidade de utilizar esta técnica de produção para cultivos orgânicos. O consumo de produtos orgânicos vem aumentando consideravelmente, especialmente motivados por pessoas que procuram rotinas de alimentação mais saudáveis (EMBRAPA, 2018).

A alface é uma planta típica de países que apresentam temperaturas mais amenas.

Sendo a principal hortaliça do consumidor brasileiro, pesquisas com melhoramento genético (FELTRIN *et al.*, 2005) e cultivo em ambiente protegido (q) possibilitaram seu cultivo em todas as épocas do ano, ampliando a oferta no mercado em épocas de escassez e possibilidade de obtenção de melhor preço (HOFFMANN *et al.*, 1992; RODRIGUES *et al.*, 1997).

Dentro do cultivo protegido, a hidroponia é um sistema de produção intensificada e muito adotada para a produção de alface, devido ao curto ciclo de produção (45-60 dias) e à fácil aceitação no mercado (LOPES *et al.*, 2003), porém LUZ *et al.*, (2006) relatam que muitos agricultores tradicionais sentem insegurança em mudar de sistema de produção.

Nas últimas décadas têm sido desenvolvidos e adotados sistemas de cultivo protegido, principalmente o hidropônico, por viabilizar a produção durante o ano todo, facilitar o manejo

da cultura, maximizar o aproveitamento dos insumos, possibilitar o controle parcial das condições ambientais adversas, além de maior praticidade ao consumidor na técnica relativamente nova no Brasil, não foi ainda adequadamente explorada em termos de pesquisa e, portanto, são poucos os relatos sobre as cultivares de alfaces testadas (Lopes *et al.*, 2003).

As cultivares de alface podem diferir quanto à duração do período vegetativo, florescimento, número de folhas e massa da planta (Lêdo, 1998) sendo principalmente pela temperatura. Temperaturas acima de 20°C podem causar o pendoamento precoce, fator que inutiliza a planta para o consumo. (Silva *et al.*, 1999; Sala e Costa, 2005). A alface é bastante sensível a condições adversas de temperatura, produzindo melhor nas épocas mais frias do ano (Oliveira *et al.*, 2004).

Os principais tipos de alface cultivados e consumidos no país, em ordem de importância econômica, são: crespa, americana, lisa e romana (EMBRAPA, 2019). O cultivo da alface tipo crespa é preferido pelos produtores, por ser considerada adaptada ao cultivo no verão, resistente as doenças e ao pendoamento precoce, além de apresentar boa disposição das folhas, resistência ao transporte, maior período pós-colheita e melhor paladar (RODRIGUES *et al.*, 2007).

Geralmente, o consumo da planta é feito *in natura*, ou seja, ela não sofre nenhum tipo de beneficiamento agroindustrial, mantendo suas características originais. Entretanto, ela pode ser lavada, embalada ou até mesmo minimamente processada com o objetivo de agregar valor ao produto, prolongar sua vida útil e, assim, atender às necessidades do mercado consumidor (SANDERS *et al.*, 2015).

3.1 A Hidroponia como Sistema de Produção

A hidroponia é um sistema de cultivo que dispensa o uso do solo, permitindo que as plantas cresçam em soluções nutritivas balanceadas e em substratos inertes. Esse método possibilita maior controle sobre os fatores de crescimento, otimizando o uso de água e nutrientes, e reduzindo os riscos fitossanitários (FURLANI, 1999; FAQUIN, 2005). Dentre os diversos sistemas hidropônicos existentes, destaca-se o NFT (Nutrient Film Technique), que consiste na recirculação constante de uma lâmina fina de solução nutritiva pelas raízes das plantas, favorecendo a oxigenação e o aproveitamento eficiente dos nutrientes (RESENDE *et al.*, 2015). De acordo com Furlani (1999), o sistema NFT é ideal para hortaliças de ciclo curto, como a alface, pois permite melhor controle da solução nutritiva, uso eficiente da água e redução de perdas por evaporação. A estrutura observada no sítio está de acordo com as

recomendações técnicas da Embrapa (RESENDE *et al.*, 2012), embora adaptada com materiais de baixo custo disponíveis na região.

A adoção da hidroponia tem crescido em diversas regiões do Brasil, principalmente entre pequenos e médios produtores que buscam alternativas sustentáveis, tecnológicas e de baixo impacto ambiental. Em regiões isoladas ou de difícil acesso, como na Amazônia Ocidental, essa técnica pode representar uma oportunidade estratégica para a produção de hortaliças com maior controle de qualidade e menor uso de insumos convencionais (SILVA; FERREIRA, 2017).

3.2 Cultivo de *Lactuca sativa* L. (Alface Crespa) em Hidroponia

A *Lactuca sativa* L., popularmente conhecida como alface, é uma das hortaliças folhosas mais cultivadas em hidroponia no Brasil, devido à sua elevada aceitação no mercado, ciclo curto e fácil manejo. A alface do tipo crespa, em particular, destaca-se pelo seu valor comercial, textura e aparência atrativas (CARRIJO *et al.*, 2004).

No cultivo hidropônico, a alface responde de forma eficiente à aplicação equilibrada de nutrientes, especialmente nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio. O controle de parâmetros como pH e condutividade elétrica (CE) da solução é essencial para garantir o bom desenvolvimento das plantas e a máxima produtividade (FURLANI, 1998). A escolha de substratos adequados (como espuma fenólica ou lã de rocha) e a uniformidade na germinação e transplântio também são fatores críticos no sucesso do cultivo (SOUZA *et al.*, 2012).

3.3 Aspectos Técnicos do Sistema NFT

O sistema NFT requer planejamento técnico para garantir seu funcionamento eficiente. Os principais componentes incluem: reservatório de solução nutritiva, canaletas com leve inclinação, motobomba para recirculação, temporizadores, sistema de oxigenação e estrutura de suporte (OLIVEIRA *et al.*, 2011). A inclinação das calhas (em média de 2%) e o fluxo constante da solução garantem que as raízes permaneçam úmidas, mas não encharcadas, o que favorece a absorção de oxigênio e nutrientes.

Além disso, o uso racional de água e fertilizantes torna o sistema NFT mais eficiente do que o cultivo tradicional em solo. Segundo alguns estudos, o consumo de água pode ser reduzido em até 70%, com menor incidência de doenças de solo, como fusariose e nematoides (GÜNTHER *et al.*, 2020).

3.4 A Importância do Cultivo Sustentável na Região Amazônica

A introdução de tecnologias sustentáveis na agricultura amazônica, como a hidroponia, pode contribuir significativamente para o desenvolvimento socioeconômico local, especialmente em comunidades rurais e de agricultura familiar. A produção de hortaliças em sistemas fechados reduz o impacto ambiental, evita o uso excessivo de defensivos químicos e promove o uso eficiente dos recursos naturais (SANTOS; NASCIMENTO, 2020).

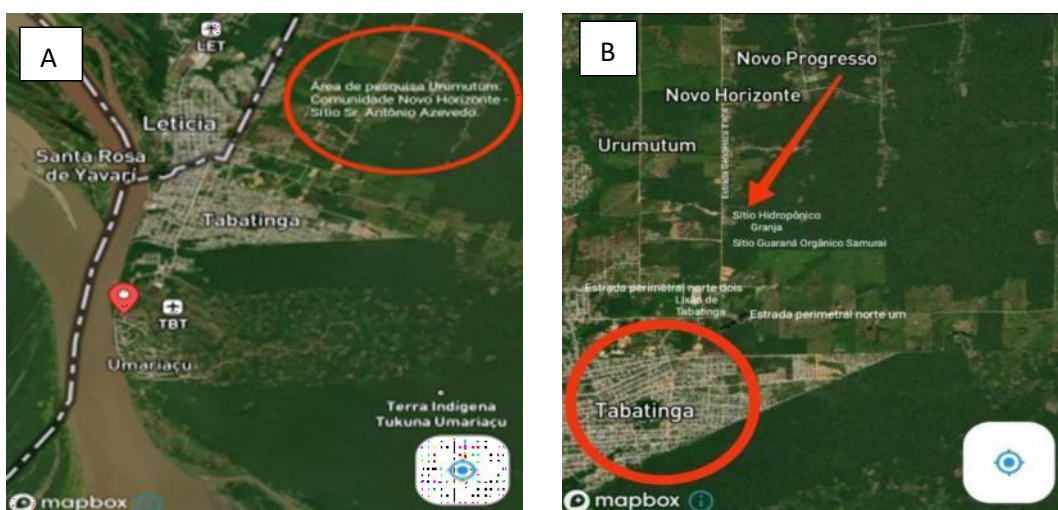
No contexto da Comunidade Novo Horizonte, no município de Tabatinga-AM, a adoção da hidroponia pode representar uma alternativa viável para o abastecimento local com produtos frescos, reduzindo a dependência de transportes fluviais ou rodoviários de outras regiões. Além disso, a proximidade com os consumidores favorece a comercialização direta e o fortalecimento da economia local.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de Estudo

A pesquisa foi realizada no Sítio do Sr. Antônio Azevedo, localizado na Comunidade Novo Horizonte, zona rural - Ramal Norte – Sul – Estrada Geodésica II - nº 4, Urumutum, do município de Tabatinga (figuras A e B), estado do Amazonas. Tabatinga está situada na região do Alto Solimões, na tríplice Fronteira entre Brasil, Colômbia (Leticia) e Peru (Santa Rosa), com características geográficas que influenciam as atividades agrícolas da região.

Figura 1 – Imagens via satélite da área de pesquisa, (Figura 1A e 1B), no município de Tabatinga-AM.



Fonte: Google Maps, 2024.

O município de Tabatinga possui uma população estimada em aproximadamente 70 mil habitantes, segundo dados do IBGE (2022), o clima é tropical chuvoso e úmido, a

temperatura máxima é de 40° C, mínima de 15° C e média de 25° C. Coordenadas geográficas latitude -4.2416 e longitude -69.9383.

4.2 Procedimento Metodológico

A metodologia adotada nesta pesquisa foi de caráter qualitativo e descritivo, com base em um estudo de caso. O estudo foi realizado no Sítio do Sr. Antônio Azevedo, localizado na Comunidade Novo Horizonte, zona rural do município de Tabatinga-AM, com o objetivo de analisar a viabilidade do cultivo hidropônico de *Lactuca sativa* L. (alface crespa) na realidade local.

4.2.1 Tipo de pesquisa

A pesquisa realizada é de natureza qualitativa, uma vez que buscou compreender fenômenos em seu contexto real, valorizando aspectos subjetivos, sociais e técnicos da prática agrícola. Segundo Minayo (2001), a pesquisa qualitativa é apropriada quando se busca compreender a realidade em sua complexidade, valorizando os significados, experiências e contextos vividos pelos sujeitos. Ela não se baseia em dados estatísticos, mas sim em uma análise interpretativa dos fenômenos observados.

Também a pesquisa tem abordagem descritiva, pois apresenta, analisa e interpreta dados sobre o sistema hidropônico utilizado, o manejo adotado, os resultados produtivos e os impactos socioambientais decorrentes da atividade. Conforme Gil (2008), a pesquisa descritiva tem como principal finalidade a descrição das características de determinado fenômeno ou a identificação de suas possíveis relações com outros. No presente estudo, ela permite apresentar, com base em observações e registros, como se dá o cultivo hidropônico da alface crespa na prática local.

4.2.2 Delineamento metodológico

Optou-se por um estudo de caso, conforme proposto por Yin (2001), por permitir uma investigação aprofundada dentro de seu contexto real. A estratégia de estudo de caso é defendida por Yin (2001) como adequada quando se pretende investigar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. O estudo de caso permite uma análise aprofundada da experiência do produtor, proporcionando uma visão rica e contextualizada sobre a aplicação da hidroponia na região amazônica. O estudo de caso no Sítio do Sr. Antônio Azevedo possibilitou uma análise detalhada da experiência com o cultivo hidropônico da alface crespa, envolvendo observações diretas, entrevistas e coleta de dados.

4.2.3 Procedimentos de coleta de dados

A coleta de dados foi realizada em três etapas principais:

- **Observação direta:** visitas in loco ao sítio para observar o funcionamento do sistema hidropônico, incluindo a estrutura física (estufa, bancadas, sistema de irrigação), o manejo das plantas e a dinâmica de produção. A visita técnica in loco foi realizada entre os meses de junho e outubro de 2024, período no qual foi possível acompanhar dois ciclos completos de monitoramento de manejo da alface.

- **Entrevista semiestruturada:** foi aplicada uma entrevista ao produtor, Sr. Antônio Azevedo, abordando aspectos como motivação para implantar a hidroponia, dificuldades enfrentadas, custos e benefícios do sistema, e percepção sobre os resultados obtidos.

- **Registro fotográfico e anotações de campo:** foram utilizados para documentar visualmente a estrutura e as práticas observadas durante a pesquisa, enriquecendo a análise qualitativa.

- **Registro de monitoramento:** para a conclusão dos dados do monitoramento da pesquisa foram registrado desde do início do brotamento da semente na espuma fenólica e a transferência para o primeiro berçário e a observação do crescimento da plântula até o produto final, fase de colheita.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Características Botânicas da Família Asteraceae (Compositae)

Composta por ervas, subarbustos, arbustos, menos frequentemente árvores ou lianas, látex às vezes presentes; espinhos presentes em algumas espécies; folhas alternas ou opostas, menos frequentemente verticiladas, simples ou raramente compostas e terminadas em gavinhas em algumas espécies, sem estípulas, margem inteira ou mais frequentemente serrada. Inflorescência do tipo capitulo, o qual é envolvido por brácteas que formam um involucre e flores dispostas sobre um receptáculo discoide; flores todas iguais entre si ou diferenciadas em flores do raio e flores do disco (SOUZA E LORENZI, 2019).

Souza e Lorenzi (2019), mencionam que, muitas Asteraceae são cultivadas como ornamentais, podendo ser destacadas a margarida o crisântemo, a dália, a escarola e a alcachofra. Pertencem a esta mesma família o girassol, a alface (*Lactuca sativa*), a chicória, o almeirão, entre outras.

5.2 Descrição da Espécie

Lactuca sativa L. alface, alface comum

Planta anual, de caule inicialmente curto e carnoso, de menos de 25 cm de altura, nativa da Ásia. Folhas rosuladas basais, membranáceas, em forma de concha e imbricadas umas sobre as outras. As flores reunidas em capítulos, são de cor amarela, porém só aparecem no final do ciclo, após desenvolvimento de várias hastes florais de até 1,5 m de altura, onde os capítulos são arranjados em amplas panículas. Existem muitas variedades cultivadas que diferem entre si principalmente pela forma e textura das folhas, que podem ser lisas, crespas, retorcidas, frisadas, membranáceas e coriáceas (LORENZI e MATOS, 2008) Neste estudo de caso utilizamos *Lactuca sativa* L. var. *crespa* (alface *crespa*).

Alface *crespa* é uma **variedade** de alface, não o nome científico.

- **Nome científico da alface:** *Lactuca sativa* L.
- **Alface *crespa*:** é uma das variedades ou cultivares de *Lactuca sativa*, caracterizada pelas folhas com bordas onduladas e textura mais enrugada.

5.3 Variedades de Alface (*Lactuca sativa* L.)

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma hortaliça amplamente cultivada e consumida, com várias variedades adaptadas a diferentes climas, usos culinários e preferências de textura e sabor. As principais variedades são classificadas de acordo com a forma, textura e coloração das folhas. Entre elas, destaca-se:

Alface *Crespa* (*Lactuca sativa* var. *crespa*)

Caracterizada pelas folhas com bordas onduladas e textura enrugada, a alface *crespa* possui folhas leves e com aparência “encarapinhada”, conferindo crocância e sabor suave. Essa variedade é bastante apreciada por sua textura diferenciada e estética visual, sendo muito utilizada em saladas frescas.

Para a classificação taxonômica, utilizou-se o sistema de classificação de Cronquist (1981):

Reino: Plantae

Divisão (= filo): Magnoliophyta

Classe: Magnoliopsida

Subclasse: Asteridae

Ordem: Asterales

Família: Asteraceae

Gênero: *Lactuca*

Espécie: *Lactuca sativa* L. var. crespa (alface crespa).

5.4 Estrutura do sistema hidropônico adotado.

O Sítio do Sr. Antônio Azevedo utiliza o sistema hidropônico do tipo NFT (Nutrient Film Technique), um dos mais comuns no cultivo de hortaliças de folhas no Brasil. A estrutura produtiva é composta por estufa de madeira com cobertura de lona transparente, bancadas em canaletas de PVC inclinadas, reservatório de solução nutritiva e sistema de irrigação com bomba elétrica para recirculação da água. De acordo com Furlani (1999), o sistema NFT é ideal para hortaliças de ciclo curto, como a alface, pois permite melhor controle da solução nutritiva, uso eficiente da água e redução de perdas por evaporação. A estrutura observada no sítio está de acordo com as recomendações técnicas da Embrapa (RESENDE *et al.*, 2012), embora adaptada com materiais de baixo custo disponíveis na região.

5.5 Sementes e processo de peletização

Para o cultivo de *Lactuca sativa* L. (alface crespa) no sistema hidropônico analisado, foram utilizadas sementes peletizadas, adquiridas comercialmente (figuras 3A e 3B).

Figura 2 – Espécies de sementes utilizadas no cultivo hidropônico no Sítio do Sr. Antônio Azevedo: cultivares Peony (Sakata) e BRS Leila (Agrocinco), grupo Alface Crespa, (Figura 2A e 2B).



Fonte: GOMES, (2024)

A escolha por esse tipo de semente deve-se à sua maior proteção contra fatores ambientais adversos, à facilidade de manuseio e à germinação mais uniforme e acelerada, favorecendo a eficiência no processo produtivo, (Figura 2A e 2B).

Figura 3. Escolha do tipo de semente, (Figura 3A e 3B).



Fonte: GOMES, (2024)

As sementes peletizadas utilizadas apresentaram germinação média entre 5 e 10 dias, sendo que, após esse período, as plântulas já demonstravam sistema radicular suficiente para absorver a solução nutritiva, estando aptas para o transplante às canaletas do sistema NFT.

A técnica de peletização consiste no revestimento da semente com materiais secos, inertes e de granulometria fina (enchimento), combinados com um adesivo solúvel em água e materiais de acabamento. O objetivo é aumentar o tamanho e arredondar a forma das sementes, facilitando a sua distribuição de forma manual ou mecanizada (NASCIMENTO *et al.*, 2009; LOPES; NASCIMENTO, 2012).

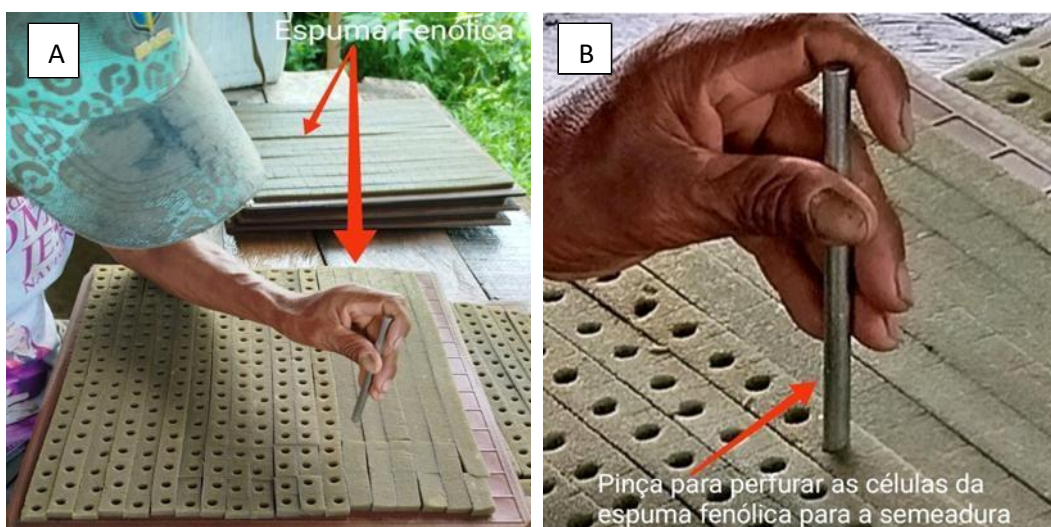
Além disso, a peletização permite a incorporação de micronutrientes, reguladores de crescimento, inoculantes, defensivos agrícolas e repelentes, o que pode beneficiar o desempenho inicial das plântulas. No entanto, conforme apontam Silva e Nakagawa (1998a), certos tipos de péletes podem retardar a emergência ou causar desuniformidade, caso não sejam adequadamente formulados.

O uso de sementes peletizadas demonstrou facilitar a semeadura e melhorar a germinação, além de oferecer maior proteção contra fatores ambientais adversos. O sistema hidropônico adotado permitiu um cultivo eficiente, com pouca necessidade de mão de obra intensiva.

6. Processos do Manejo Hidropônico da Alface – Espuma Fenólica

Na produção de mudas de *Lactuca sativa* L. (alface crespa) em sistema hidropônico, a espuma fenólica tem se mostrado um substrato prático e eficiente. Os furos nas células devem apresentar aproximadamente 1 cm de diâmetro e 1 cm de profundidade, a fim de garantir a adequada acomodação das sementes durante a semeadura, (Figura 3A e 3B).

Figura 4. Processos do Manejo Hidropônico da Alface – Espuma Fenólica, (Figura 4A e 4B).



Fonte: GOMES, (2024)

Trata-se de um material inerte, ou seja, que não interfere na nutrição das plantas, sendo amplamente utilizado na fase de germinação. A espuma fenólica oferece boa sustentação para as mudas, apresenta alta capacidade de retenção de água e excelente aeração, o que contribui para o desenvolvimento saudável do sistema radicular e minimiza riscos de doenças.

Além disso, a espuma é isenta de pragas e patógenos, possui fácil manuseio e se mantém aderida às raízes mesmo após o transplante, o que facilita sua utilização em sistemas como o NFT. No entanto, antes de seu uso, é recomendada uma lavagem prévia das placas, com o objetivo de remover resíduos ácidos provenientes do processo de fabricação. A não remoção desses resíduos pode comprometer a germinação, emergência e o desenvolvimento inicial das plântulas (ARAÚJO *et al.*, 1999; TRANI *et al.*, 2004; PAULUS *et al.*, 2005).

6.1 Semeadura das sementes

Após a perfuração adequada das células na espuma fenólica, com profundidade e diâmetro de aproximadamente 1 cm, é realizada a semeadura das sementes peletizadas, posicionando-as cuidadosamente em cada cavidade. (Figura 5A e 5B)

Em seguida, as placas de espuma são mantidas em ambiente protegido, com umidade controlada, por um período de até 48 horas, para favorecer a germinação inicial. Após esse intervalo, realiza-se a separação das células em colunas, facilitando o manuseio individual das mudas.

Figura 5. Semeadura das sementes, (Figura 5A). Fase de crescimento da primeira semana, (Figura 5B).



Fonte: GOMES, (2024)

Essas colunas são, então, transferidas para os canais dos berçários, também chamados de bancadas, onde as sementes começam a receber a solução nutritiva por meio do sistema de irrigação hidropônico. Essa etapa marca o início da fase de formação das plântulas, com nutrição equilibrada, ambiente controlado e condições ideais para o desenvolvimento das raízes. A estrutura das bancadas e a proteção com plástico transparente evitaram problemas como apodrecimento das raízes e murchamento das folhas. A solução nutritiva foi eficaz no desenvolvimento das plantas, garantindo boa qualidade das hortaliças colhidas.

6.2 Preparo da Solução Nutritiva – Macronutrientes - (Esses elementos são comparados separadamente).

A solução nutritiva utilizada no cultivo hidropônico da alface crespa foi preparada com base na fórmula de Furlani (1998), amplamente utilizada para hortaliças folhosas em sistemas como o NFT. Esta solução fornece os macronutrientes essenciais ao crescimento vegetal, em concentrações equilibradas e adequadas para cada fase do cultivo.

Os principais macronutrientes fornecidos na solução são: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S). Estes elementos são fundamentais

para o metabolismo da planta, atuando em processos como fotossíntese, respiração, síntese de proteínas e formação estrutural.

Procedimentos para preparo:

1. Os sais foram pesados com uma mini balança plástica Multitec de acordo com a dosagem recomendada para 1.200 litros de solução nutritiva (Figura 6A e 6B).
2. Os sais foram dissolvidos separadamente em recipientes plásticos com água limpa, a fim de evitar reações indesejadas entre íons antes da diluição final (Figura 5 A e B)
3. A solução-mãe foi, então, adicionada ao reservatório principal contendo água potável e limpa, com capacidade de 500 litros.
4. O pH da solução foi ajustado para uma faixa entre 5,5 e 6,5, utilizando ácido nítrico (HNO_3) ou hidróxido de potássio (KOH), conforme necessário.
5. A condutividade elétrica (CE) foi monitorada e mantida entre 1,5 e 2,0 mS/cm, faixa considerada ideal para alface hidropônica.

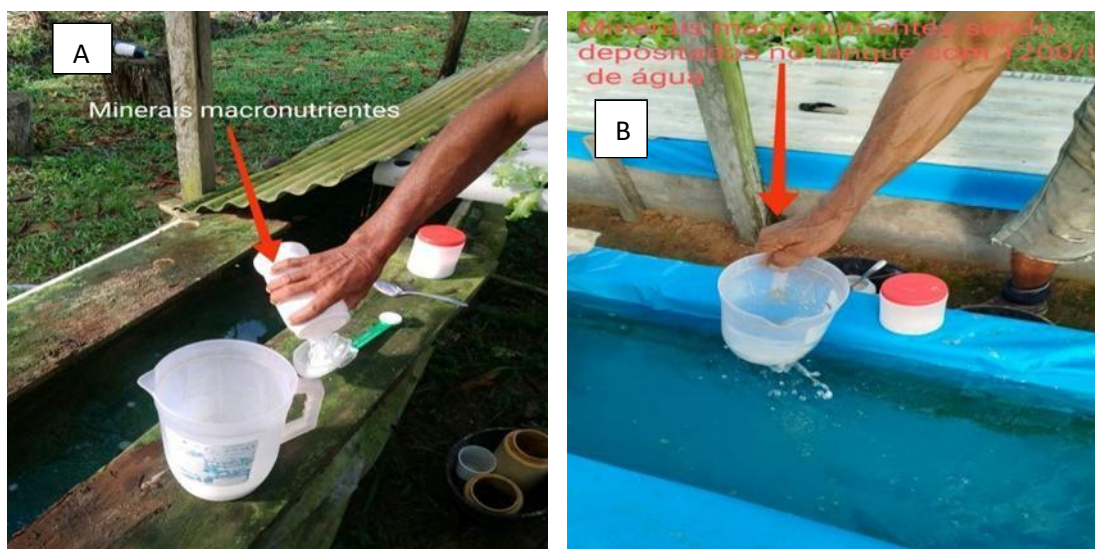
A renovação parcial da solução foi feita a cada 7 a 10 dias, com reposição de nutrientes de acordo com a evaporação e absorção pelas plantas, garantindo um ambiente nutritivo constante e equilibrado.

Figura 6. Preparo da Solução Nutritiva Macronutriente, (Figura 6A e 6B). pesados com uma mini balança plástica Multitec.



Fonte: GOMES, (2024)

Figura 7. Preparo da Solução Nutritiva Macronutriente, (Figura 7A e 7B). Os sais foram dissolvidos separadamente em recipientes plásticos com água limpa.



Fonte: GOMES, (2024)

Dados obtidos no experimento de campo no Sítio do Sr. Antônio Azevedo, adaptados de Furlani (1998).

Tabela 1 - Quantidade de gramas no preparo da solução nutritiva p/1200L de água.

MACRONUTRIENTES	
MINERAIS	QUANTIDADE/GRAMA
Cálcio (Ca)	360 g
Potássio (K)	180 g
Magnésio (Mg)	180 g
Map (MAP)	90 g

¹MAP (Fosfato monoamônico (fonte de Fósforo - P e Nitrogênio - N)

Fonte: Adaptado de Furlani, (1998)

¹ O MAP (Monoammonium Phosphate ou Fosfato Monoamônico) é um fertilizante altamente solúvel, utilizado em soluções nutritivas hidropônicas como fonte de nitrogênio (N) e fósforo (P). Sua fórmula química é $\text{NH}_4 \text{H}_2 \text{PO}_4$. Contém cerca de 12% de nitrogênio amoniacal e 61% de fósforo ($\text{P}_2 \text{O}_5$) sendo ideal para favorecer o desenvolvimento inicial das raízes e o crescimento das mudas. Deve ser manuseado com cuidado para não ser misturado diretamente com sais de cálcio em soluções concentradas, evitando reações de precipitação (FURLANI, 1998).

6.3 Preparo da Solução Nutritiva – Micronutrientes - (Esses elementos são comparados separadamente).

Além dos macronutrientes, a solução nutritiva empregada no sistema hidropônico do Sítio do Sr. Antônio Azevedo incluiu também os micronutrientes, fundamentais para a realização de metabólicos, mesmo em pequenas quantidades.

Os micronutrientes foram adicionados à solução por meio de uma mistura concentrada previamente preparada e posteriormente diluída no tanque principal, assegurando uma distribuição homogênea.

6.3.1 Procedimento para o Preparo da Solução Nutritiva de Micronutrientes (1.200 L)

O preparo da solução nutritiva de micronutrientes seguiu um protocolo padronizado, visando garantir a homogeneidade da mistura e a disponibilidade ideal dos nutrientes para a cultura de *Lactuca sativa* L. A preparação foi realizada separadamente da solução de macronutrientes, evitando interações químicas indesejadas, como precipitações.

Etapas do preparo: Figuras 8A e 8B.

1. Separação dos sais:

Os sais correspondentes aos micronutrientes foram pesados individualmente com uma mini balança plástica Multitec, conforme as quantidades indicadas na Tabela 2:

- Sulfato de manganês: 70 g
- Bórax: 70 g
- Sulfato de zinco: 30 g
- Molibdato de sódio: 6 g
- Sulfato de cobre: 6 g

2. Dissolução individual dos sais:

Cada sal foi dissolvido separadamente em cerca de 1 a 2 litros de água limpa, em recipientes plásticos distintos, para evitar reações químicas diretas entre os elementos.

3. Preparo da solução concentrada de micronutrientes:

Após completa dissolução, todas as soluções foram combinadas em um único recipiente contendo aproximadamente 10 litros de água, formando uma solução concentrada de micronutrientes. Essa solução foi homogeneizada com auxílio de bastão plástico ou agitador manual.

4. Adição à solução principal:

A solução concentrada de micronutrientes foi adicionada lentamente ao reservatório principal, contendo os 1.200 litros de água com os macronutrientes já diluídos, sob

constante agitação. Esse processo garante uma distribuição uniforme dos nutrientes na solução final.

5. Ajuste do pH:

O pH da solução final foi medido e ajustado para a faixa ideal entre 5,5 e 6,5, utilizando ácido nítrico (para reduzir) ou hidróxido de potássio (para aumentar), conforme necessário.

6. Verificação da condutividade elétrica (CE):

A CE foi medida com condutivímetro digital, mantendo-se o valor recomendado para alface hidropônica entre 1,5 e 2,0 mS/cm.

Figura 8. Preparo da solução nutritiva micronutriente, (Figura 8A).



Fonte: GOMES, (2024)

Figura 9. (A) Quantidade de micronutrientes a ser adicionada ao reservatório de água; (B) Copo plástico utilizado para medição (100 mL).



Fonte: GOMES, (2024)

Tabela 2 - Quantidade de micronutrientes no preparo da solução nutritiva para 1.200 litros de água. (Figuras 9A e 9B).

MICRONUTRIENTES	
MINERAIS	QUANTIDADE/GRAMA
Manganês (Mn)	70 g
Bórax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) -Boro(B)	70 g
Zinco (Zn)	30 g
Molibdênio (Mo)	6 g
Cobre (Cu)	6 g
Hidroxila (HO-)	6 g

Fonte: Adaptado de GOMES, (2024).

As soluções nutritivas representam o ponto central da produção hidropônica, pois determinam o desempenho fisiológico das plantas e a qualidade do produto colhido (SANTOS, 2009). A formulação adequada deve considerar fatores como a cultivar utilizada, as condições ambientais locais, a época do ano (intensidade luminosa e temperatura), e, sobretudo, a qualidade da água empregada no preparo da solução (CASTRO, 1999). A escolha correta das fontes minerais e o equilíbrio entre macro e micronutrientes são fundamentais para garantir o pleno desenvolvimento da cultura.

Figura 10. (A) Motobomba utilizada para a circulação periódica da solução nutritiva no sistema hidropônico; (B) Solução nutritiva sendo distribuída sobre a bancada, nos canais onde estão as células com as hortaliças.



Fonte: GOMES, (2024)

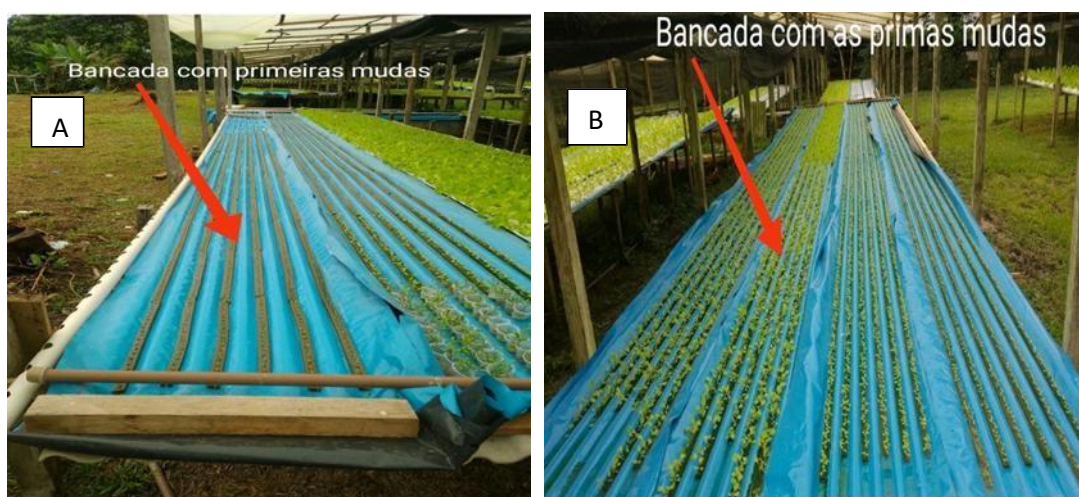
A motobomba é um dos principais componentes do sistema mecânico no cultivo hidropônico do tipo NFT (*Técnica do Filme de Nutrientes*), sendo indispensável para o funcionamento do processo. Sem ela, não é possível realizar a circulação contínua da solução

nutritiva, que percorre todo o sistema de tubulação, geralmente montado com tubos de PVC de 2,5 mm de espessura, (Figuras 10A e 10B).

O sistema NFT foi desenvolvido em 1965 por Allen Cooper, na Inglaterra, e tem sido amplamente adotado em função de sua viabilidade técnica e econômica, especialmente para o cultivo de hortaliças folhosas (COMETTI, 2003). Trata-se de um sistema fechado, no qual a solução nutritiva é recirculada continuamente pelos canais de cultivo, promovendo maior eficiência no uso da água e dos nutrientes (RODRIGUES, 2002). Além disso, o sistema NFT dispensa o uso de substratos, sendo ideal para plantas de crescimento rápido e porte leve.

7. EFICIÊNCIA DA SOLUÇÃO NUTRITIVA NA GERMINAÇÃO DAS PLÂNTULAS.

Figura 11. Amostra da eficiência e adaptação das sementes no início do cultivo: (Figuras 11A e 11B) Bancada com as primeiras mudas em desenvolvimento.



Fonte: GOMES, (2024)

As bancadas de cultivo são preparadas com lona plásticas sobre as quais são dispostas as colunas de células contendo as sementes. Cada bancada possui altura média de 0,80 cm, comprimento de 12 metros e inclinação de aproximadamente 30%, terminando com altura de 0,50 cm na extremidade conectada à ao reservatório de solução nutritiva.

Essa reservatório possui capacidade de 1.200 litros de água, contendo a solução nutritiva previamente preparada com todos os macros e micronutrientes necessários para o desenvolvimento da cultura. A circulação da solução ocorre continuamente ao longo do dia, por meio de uma motobomba de 127 volts, responsável por manter o fluxo constante através do sistema.

O pH da solução é mantido entre 5,5 e 6,5, faixa ideal para a absorção dos nutrientes pela alface. A motobomba é conectada a um sistema de tubulação de PVC de 2,5 mm, no qual são feitos pequenos furos direcionados estrategicamente para os canais formados nas lonas, onde se encontram as células com as plântulas. Esse arranjo garante que todas as raízes recebam de maneira uniforme a solução nutritiva reciclada.

A figura 11 mostra o desenvolvimento germinativo das plantulas com forme o fornecimento da solução nutritiva utilizada, o sistema de manejo hidropônico trabalhado no Sítio do Sr. Antônio Azevedo é o sistema NFT, (*Técnico do Filme de Nutrientes*).

Diferentes formas de reposição de nutrientes são mencionadas na literatura, de acordo com Berry (1996). Durante o desenvolvimento do cultivo hidropônico comercial, os sistemas de manejo foram também evoluindo. Inicialmente, procurava-se renovar periodicamente a solução nutritiva. Entretanto, essa prática ocasionava desperdícios com o consequente efeito poluente e, passou a ser substituída pela adição de sais proporcional ao volume de água consumido pelas plantas, usando como critério os valores da evapotranspiração. Este critério provocava aumentos nas concentrações de nutrientes extraídos em menores quantidades e deficiência dos nutrientes extraídos em maiores quantidades, se a solução nutritiva não fosse balanceada para a cultura. Embora sejam fáceis de usar na prática, estes critérios foram substituídos pelo controle da concentração salina da solução nutritiva mediante monitoramento com condutivímetro portátil. No entanto, a leitura fornecida pelo condutivímetro não discrimina os nutrientes, podendo também ocasionar desequilíbrios nutricionais. Para contornar esses problemas, a análise química periódica da solução nutritiva é a única maneira de repor à solução nutritiva, as quantidades de nutrientes que foram absorvidos pelas plantas. Do ponto de vista prático, exige-se que a análise seja feita de forma rápida e com custo baixo, o que nem sempre é conseguido por produtores residentes distantes de laboratórios de análises. Mais recentemente, esforços tem sido direcionados para o desenvolvimento de sensores que estimam a concentração dos nutrientes individualmente. Entretanto, nada e confiável existe no mercado brasileiro definitivo.

- As formas de utilizar o manejo de hortaliça alface e outras plantas na cultura hidroponica, leva o produtor obter um padrão na cultura de manejo e a escolha da planta que vai trabalhar, os favorecimentos das fontes naturais como os fenômenos, clima, temperatura, energia solar, fonte de água, os matérias, como macros e micros minerais para o preparo da solução nutritiva, todos esses aspectos tem hoje se concluído para o manejo na hidroponia um fato positivo assim podendo o produtor obter um produto final de boa qualidade.

Figura 12: (A) e (B) Berçários com mudas de 16 dias, etapa em que ocorre a substituição dos tubos de PVC chata para os cilíndricos.



Fonte: GOMES, (2024)

Após a sementeira, espera-se um período de três dias 72 horas para a verificação da germinação das sementes nas células da espuma fenólica, (figura 5 e 11), após esse período as plântulas são colocadas com a espuma fenólica nos primeiros berçários, onde se começa o monitoramento da hortaliça, e entre cinco a sete dias há a verificação, continuação da germinação e o desenvolvimento da planta e de todos o seu sistema radicular. Avalia-se se há uma boa percentagem de germinação e se as mudas atingiram o comprimento esperado, geralmente entre 2 e 3 cm, com raízes bem desenvolvidas para o manuseio.

Essa etapa é crucial para o transplante das mudas para as bancadas de tubos de PVC cilíndricos. A figura 11, (11A e 11B), apresenta o momento do manuseio das hortaliças, quando as mudas são transferidas para as bancadas, nas quais são feitos furos para acomodação das raízes. Após o transplante, espera-se um período de aproximadamente 16 dias para o manejo das hortaliças para as bancadas de tubos cilíndricos de PVC, onde espera-se o crescimento final, (Figuras 13A e 13B).

-É importante saber que cada etapa tem um regulamento e os dias e momento de troca de berçário, e em um manejo de trinta dias tem-se três etapas ate a fase final do produto.

7.1 Análise dos dados

O monitoramento segue um cronograma bem definido:

- **Primeiro berçário:** de 5 a 10 dias após a sementeira;
- **Segundo berçário:** após 16 dias, as mudas são transferidas;

- **Terceiro berçário:** estágio final de crescimento até a colheita.

Durante todas as fases, mantém-se rigoroso controle de oxigenação, pH e temperatura ambiente.

Cada bancada é coberta com uma tela fina e um plástico transparente, que protege contra o excesso de luz solar e a entrada direta da água da chuva. Isso evita danos como o apodrecimento das raízes, murchamento das folhas e outras perdas.

Na terceira e última fase, que corresponde aos últimos 30 dias de cultivo, a alface atinge o ponto ideal para a colheita. Nesse momento, é realizada uma inspeção rigorosa para eliminar folhas danificadas, mantendo-se apenas aquelas em bom estado, fixadas ao talo com a raiz. Após essa triagem, as hortaliças estão prontas para a comercialização, (Figura 15).

Figura 13. Troca da hortaliça após 16 dias para o sistema hidropônico com tubos cilíndricos de PVC: (A) bancada com a terceira muda nos tubos cilíndricos de PVC; (B) hortaliça no estágio final de crescimento, pronta para comercialização, na bancada de tubos de PVC cilíndricos.



Fonte: GOMES, (2024)

Esta, (figura 13), mostra a estrutura da bancada de tubos cilíndricos de PVC. O manejo da hortaliça foi realizado transferindo-se as mudas para as bancadas de tubos planos (PVC chato) para as bancadas de tubos cilíndricos. Em todas as bancadas, mantém-se o mesmo padrão de concentração de nutrientes nos reservatórios de água da solução nutritiva.

As bancadas com tubos cilíndricos são onde a hortaliça realiza seu crescimento final e onde ocorre o período de colheita.

Embora o manejo hidropônico demande relativamente pouca mão de obra, é necessário um cuidado rigoroso em todas as etapas até o processo final de produção da hortaliça, garantindo a qualidade e o sucesso do cultivo, (Figura 13A e 13B).

Os dados obtidos foram organizados e analisados de forma interpretativa, com base na literatura técnica e científica sobre hidroponia e sustentabilidade na região amazônica, (Tópico 7.1).

O cultivo é feito com uso de solução nutritiva essencial para o desenvolvimento das plantas. Essa solução, composta por macro e micronutrientes, é preparada e mantida em circulação constante sobre as bancadas por meio de uma moto-bomba, garantindo o suprimento adequado às raízes, (Figura 10).

Figura 14. Hortaliça com raízes desenvolvidas, no estágio final de crescimento da hortaliça e pronta para colheita, (Figura 14A).



Fonte: GOMES, (2024)

No estágio final a hortaliça, apresenta raízes bem desenvolvidas, apresentando alta eficiência na absorção dos nutrientes da solução nutritiva, caracterizando o estágio final do ciclo produtivo e o momento ideal para a colheita. A inspeção realizada na fase final do cultivo assegurou a seleção das folhas em bom estado, prontas para comercialização com padrão de qualidade. A permanência do cronograma de manejo durante os dois ciclos observados mostrou consistência nos resultados, (Figura 14A).

Na hidroponia, a principal causa de doenças vem pelas raízes, já que a água é a fonte de contaminação mais comum. Porém, conforme destacam Silva e Melo (2003), há outras condições que favorecem essa

situação, como ar, areia, substrato, sementes de baixa qualidade e até ferramentas contaminadas.

Figura 15. (A) Hortaliça no estágio final de monitoramento, momento ideal para a colheita; (B) Hortaliças recém-colhidas, preparadas para comercialização.



Fonte: GOMES, (2024)

A hortaliça com um mês de cultivo é colhida, e realiza-se a retirada das folhas em mau estado para o consumo. Esse processo é simples e consiste em manter na planta apenas as folhas em bom estado, preservando o talo junto com as raízes, o que contribui para retardar o seu rápido deterioramento. Em seguida, a hortaliça é acondicionada em bolsas plásticas e transportada até o mercado para comercialização, (Figura 15A e 15B).

De acordo com dados do Anuário da Agricultura Brasileira, no ano de 2012 no Brasil, foram comercializadas 41.925 toneladas de alface no CEAGESP (CEPEA, 2015), e a área de produção total foi estimada em 39.000 ha (IEA, 2014), sendo os maiores produtores os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, com 31%, 27% e 7% da produção nacional, respectivamente. A área da safra de verão 2013/14 em Mogi das Cruzes e em Ibiúna, por exemplo, foi de 3.900 e de 5.090 mil hectares, respectivamente de acordo com o Cepea. Em março de 2014, a alface crespa foi comercializada na CEAGESP a R\$ 35,29/cx com 24 unidades, valor 70% menor que março de 2013. Na safra de dezembro de 2013 a maio de 2014, a alface americana foi comercializada em Mogi das Cruzes em média por R\$ 15,37/cx com 12 unidades, 30% maior que o mínimo estimado pelos produtores para serem cobertos os gastos com a cultura. A alface crespa foi comercializada na mesma região à média de R\$ 13,15/cx com 20

unidades, valor 39,2% acima do custo de produção no período, valor estimado pelos produtores (CEPEA, 2015).

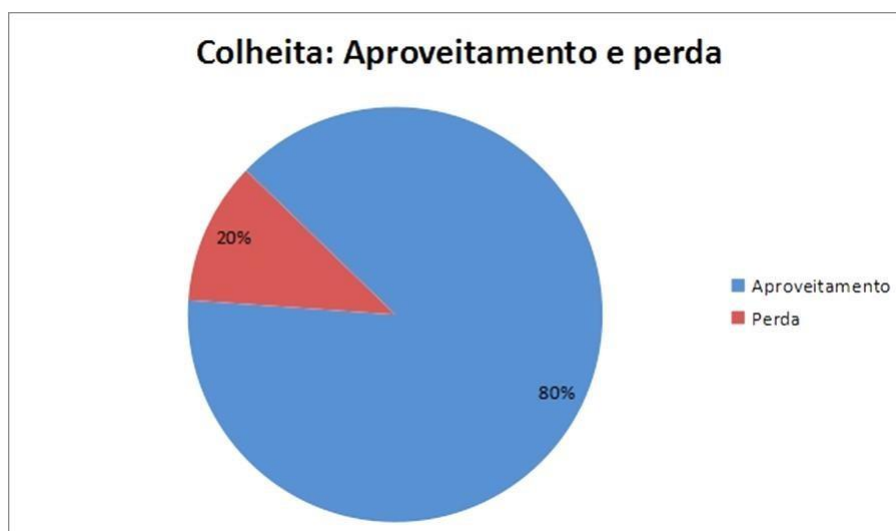
8. Aproveitamento e perda da colheita da hortaliça (Gráfico 1), (Gráfico 2)

Tabela 3. Datas de monitoramento do manejo da hortaliça, desde a primeira muda até a fase final de colheita, período de 30 dias ou mais, (Gráfico 1 e 2).

	1° MONITORAMENTO			2° MONITORAMENTO		
MÊS	Jun	Jun	Jul	Out	Out	Nov/mon/final
DATA	04/06/24	18/06/24	03/07/24	01/10/24	18/10/24	01/11/24

Fonte: GOMES, (2024)

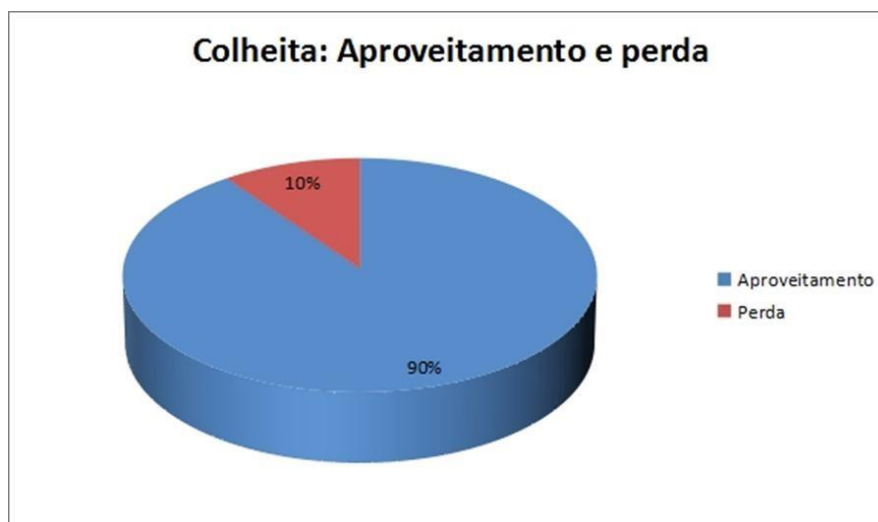
Gráfico 1 – Percentual de aproveitamento e perda da colheita da hortaliça, primeiro monitoramento e manejo ao longo de trinta dias, (Monitoramento : 1).



Fonte: GOMES, (2024)

O Gráfico 1 mostra que, durante um período de 30 dias de monitoramento do manejo da hortaliça alface, houve uma perda de 20% na colheita em relação à produção total, resultando em um aproveitamento de 80%. Esse período de 30 dias é contado a partir da data em que a semente foi semeada.

Gráfico 2 – Percentual de aproveitamento e perda da colheita da hortaliça, segundo monitoramento e manejo ao longo de trinta dias, (Monitorante: 2).



Fonte: GOMES, (2024)

O Gráfico 2 mostra que, durante o manejo da hortaliça alface, a produção inicial de 100% sofreu uma perda de 10% e um crescimento de 10%, conforme o monitoramento realizado no primeiro gráfico, que obteve um aproveitamento de 80% e perda de 20%. Assim, o aproveitamento final do segundo monitoramento foi de 90% da produção de 100% ao longo do período de trinta dias.

8.1 CONCLUSÃO DOS DADOS DOS GRAFICOS - (1 e 2)

- Conforme o monitoramento no manejo da hortaliça alface crespa num estudo de caso no Sítio do Sr. Antônio Azevedo conclui-se que nos dois monitoramentos houve uma perda da hortaliça, mais que não afetou o produto final. No primeiro foi de 20% e no segundo de 10%, obtendo-se 80% do produto final do primeiro e do segundo 90% do produto final, cada um está dentro dos parâmetros da percentagem de 100% de perda e aproveitamento de cada monitoramento no manejo da hortaliça nesse período de trinta dias.
- Os dois resultados se conclui separadamente em monitoramento individual concluindo-se percentagem diferente do produto final.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade técnica, econômica e ambiental do cultivo hidropônico de *Lactuca sativa* L. (alface crespa), por meio de um estudo de caso realizado no Sítio do Sr. Antônio Azevedo, localizado na Comunidade Novo Horizonte, no município de Tabatinga-AM. A pesquisa permitiu compreender de forma

aprofundada os aspectos que envolvem a implantação, o manejo e os resultados dessa técnica agrícola inovadora em um contexto de agricultura familiar na região amazônica.

Os resultados demonstraram que a hidroponia é uma alternativa eficaz para a produção de hortaliças, especialmente em áreas com limitações de solo fértil e infraestrutura agrícola, como ocorre em muitas comunidades rurais do Alto Solimões. O sistema utilizado pelo produtor — do tipo NFT — proporcionou ganhos significativos em produtividade, economia de recursos hídricos e qualidade do produto final, além de favorecer uma rotina de colheitas regulares e rentáveis.

Embora o produtor tenha enfrentado desafios relacionados à aquisição de insumos, manutenção do sistema e escassez de assistência técnica, observou-se que, com criatividade e dedicação, é possível adaptar a hidroponia à realidade local, utilizando materiais acessíveis e estratégias sustentáveis. O caso do Sr. Antônio Azevedo representa uma experiência bem-sucedida e inspiradora, que reforça o potencial da hidroponia como ferramenta de inclusão produtiva, segurança alimentar e fortalecimento da agricultura familiar na Amazônia.

A pesquisa também evidenciou a importância da disseminação de conhecimentos técnicos sobre hidroponia, bem como da criação de políticas públicas que apoiem pequenos produtores na adoção de tecnologias sustentáveis. Assim, este estudo contribui não apenas para o campo acadêmico, mas também para o debate sobre desenvolvimento rural sustentável e inovação agrícola em regiões de fronteira.

Como sugestão para estudos futuros, recomenda-se a realização de pesquisas quantitativas que avaliem a rentabilidade econômica em diferentes escalas de produção, bem como investigações sobre a aceitação de produtos hidropônicos no mercado regional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERONI, R. de B. **Hidroponia: como instalar e manejar o plantio de hortaliças dispensando o uso do solo**. 1. Ed. São Paulo: Nobel, 2004.

ALENCAR, T. A.; TAVARES, A. T.; CHAVESW, P. N. FERREIRA. T. A.; NASCIMENTO, I. R. **Efeito de intervalos de aplicação urina bovina na produção de alface em cultivo protegido**. Revista Verde. Mossoró, v. 7.n.3; p. 53-67 . 2012.

Araújo, J. A. C. de; Martinez, H. E. P.; Bliska Júnior, A.; Scotti, C. A.; Silva, M. L. da; Meyer, A. R. K. **Cultivo hidropônico da alface**. Brasília: SENAR, 1999. 136p.

BARRY, C. **Nutrients: The handbook to hydroponic nutrient solutions**. Narrabeen, NSW, Australia, Casper Publications Ltda., 1996, 55p.

BEZERRA NETO, E. e BARRETO, L.P. **Técnicas de cultivo hidropônico**. Recife. UFRPE. 2000. Bezerra Neto, E; Barreto, L. P. Técnicas de hidroponia. Recife: Imprensa Universitária da UFRPE, 2000. 88p.

BEZERRA, F. C.; FERREIRA, F. V. M.; TIAGO, C. S. da; SOUSA, H. H. F. de. **Produção de mudas de alface em substratos à base de resíduos orgânicos e irrigadas com água ou solução nutritiva**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, VI., 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2008. 1 CD-ROM.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. S. Cultivo de plantas em substrato. **Embrapa Hortaliças**, Circular Técnica, n. 17, 2004. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/134333/1/Circular17.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2025.

CARVALHO, J. E.; ZANELLA, F.; MOTA, J. H.; LIMA, A. L. S. **Cobertura morcot do solo no cultivo de alface Cv. Regina 2000, em Ji-Paraná/RO**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 29, n. 5, p. 935-939, 2005.

CASTRO, A. C. **Formulación de la solución nutritiva**. Parámetros de ajuste. In: MILAGROS, M.F.; GÓMEZ, I.M.C. (Edits). Cultivos sin suelo II. Curso Superior de Especialización. 2d. Almería: DGIFA-FIAPA – Caja Rural de Almería. 1999. p. 257-266.

CEPEA. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - ESALQ/USPHORTIFRUTI BRASIL - Dezembro de 2014/Janeiro de 2015**. Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/141/full.pdf>. Acesso em: 13 de outubro de 2015.

COMETTI, N.N. **Nutrição mineral da alface (*Lactuca sativa* L.) em cultura hidropônica – sistema NFT**. Seropédica. UFRRJ. 2003. (Tese doutorado).

COMETTI, Nilton Nélio. *Nutrição mineral da alface (*Lactuca sativa* L.) em cultura hidropônica – sistema NFT*. 2003. 106 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2003. scielo.br+15aquaponiabrasil.wordpress.com+15academia.edu+15

COSTA CP; SALA FC. 2005. **A evolução da alficultura brasileira**. Horticultura Brasileira 23 (Artigo de capa).

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981. 1262 p.

ECOCENTER. **Hidroponia: Vantagens e Desvantagens**. 2022. Disponível em: <https://loja.ecocenter.pt/post/hidroponia-vantagens-e-desvantagens>. Acesso em: 19 de maio de 2022.

EMBRAPA HORTALIÇAS. **Variedades de alface**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortaliças/alface-variedades> (Acesso em 06 junho 2025).

EMBRAPA. **Visão 2030 : o futuro da agricultura brasileira**. Brasília: Embrapa, 2018. 212 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030+-+o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-af8e89d62829?version=1.1>. Acesso em: 01 ago. 2021.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA, 2005. 150 p.

FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A.E.; VILELA, L.A.A. **Produção de alface em hidroponia**. Lavras: UFLA, 1996. 50p.

FELTRIM, A.L.; CECÍLIO FILHO, A.B.; BRANCO, R.B.F.; BARBOSA, J.C.; SALATIEL, L.T. **Produção de alface-americana em solo e em hidroponia, no inverno e verão, em Jaboticabal - SP**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.9, n.4, p.505-509, 2005.

FIGUEIRA, F.A. R. **Novo manual de olericultura: Agroecologia moderna na produção e comercialização de hortaliça**. 2ª ed.; UFV, 2023.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agroecologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa. UFV. 2007.

FURLANI, P. R. **Hidroponia: cultivo sem solo**. Campinas: Instituto Agronômico, 1999. 52 p.

FURLANI, P. R. **Soluções nutritivas**. Campinas: Instituto Agronômico, 1998. (Boletim Técnico, 121).

FURLANI, P. R., SILVEIRA, L. C. P., BOLONHEZI, D. **Cultivo protegido de hortaliças com ênfase na hidroponia**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2008. 72p. Acesso em: 20 Mai. 2016.

FURLANI, P.R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia NFT**. 1ª ed. Campinas. IAC. 1998. (Boletim técnico, 168).

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GÜNTHER, D. M. et al. **Hidroponia: aspectos técnicos, econômicos e ambientais**. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 14, n. 4, p. 502–514, 2020. Disponível em: <https://www.revistaagriculturairrigada.com.br/index.php/rbai/article/view/1020>. Acesso em: 22 jun. 2025.

HIDROGOOD. **Como funciona o sistema de hidroponia NFT**. 2017. Disponível em: <https://hidrogood.com.br/noticias/hidroponia/como-funciona-o-sistema-de-hidroponia-nft>. Acesso em: 13 jul. 2022.

HOFFMANN, R.; ENGLER, J.J.C.; SERRANO, O. **Administração da empresa agrícola**. 7.ed. São Paulo: Pioneira. 1992. 325 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2022: primeiros resultados.** Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

LÊDO, F.J.S. 1998. **Diversidade genética e análise dialélica da eficiência nutricional para nitrogênio em alface (*Lactuca sativa* L.).** Viçosa: UFV. 87p. (Tese doutorado).

LOPES, A.C.A, NASCIMENTO, W.M. **Peletização de sementes de hortaliças** [online]. Brasília: Embrapa; 2012 [citado em 2014 nov. 3]. Documentos n. 137. Disponível em: http://www.cnpq.embrapa.br/paginas/serie_documentos/publicacoes2012/doc_137.pdf» http://www.cnpq.embrapa.br/paginas/serie_documentos/publicacoes2012/doc_137.pdf

LOPES, M.C.; FREIER, M.; MATTE J.D.; GARTNER, M; FRANZENER, G.; CASIMIRO, E.L.N.; SEVIGNANI, A. 2003. **Acúmulo de nutrientes por cultivares de alface em cultivo hidropônico no inverno.** Horticultura Brasileira 21: 211-215.

LOPES, M.C.; FREIER, M.; MATTE, J.C.; GÄRTNER, M.; FRANZENER, G.; NOGAROLLI, E.L.; SEVIGNANI, A. **Acúmulo de nutrientes por cultivares de alface em cultivo hidropônico no inverno.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.21, n.2, p.211-215, 2003.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas.** 2.ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.

LUZ ,J.M.Q.; GUIMARÃES, S.T.M.R.; KORNDÖRFER, G.H. **Produção hidropônica de alface em solução nutritiva com e sem silício.** Horticultura Brasileira, v.24, p.295-300, 2006.

LUZ, J.M.Q.; GUIMARÃES, S.T.M.R.; KORNDÖRFER, G.H. **Produção hidropônica de alface em solução nutritiva com e sem silício.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.24, p.295-300, 2006.

MARTINEZ, H.E.P. **O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa.** Viçosa. UFV. 2002.

MARTINEZ, H.E.P.; SILVA FILHO, J.B. da. **Introdução ao cultivo hidropônico de plantas.** Viçosa: UFV, 2004.110p.

MELO, H. N. S.; MELO FILHO, C.; PEREIRA, M. G.; OLIVEIRA, F. K. D.; ANDRADE NETO, C. O. **Uso de esgoto doméstico tratado em filtros anaeróbios como fonte de macro e micronutrientes para cultivos hidropônicos.** PROSAB, 2002.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde.** 7. ed. São Paulo: Hucitec, 2001.

“NASCIMENTO *et al.*, 2021 apud Martinez, Ferrerezi, Damaceno, 2022”

NASCIMENTO, W.M., SILVA J.B.C., SANTOS P.E.C., CARMONA, R. **Germinação de sementes de cenoura osmoticamente condicionadas e peletizadas com diversos**

ingredientes. Horticultura Brasileira 2009; 27(1): 12-16. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362009000100003>

» <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362009000100003>

OLIVEIRA A.C.B.; SEDIYAMA M.; PEDROSA M.W.; GARCIA N.C.; GARCIA, S.L.R. 2004. **Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico.** Acta Scientiarum Agronomy 26: 211-217

OLIVEIRA, F. A. et al. Aspectos técnicos e operacionais do cultivo de alface em sistema hidropônico NFT. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 563-569, 2011.

OTTO, R.F.; REGHIN, M.Y.; SÁ, G.D. **Utilização do 'não tecido' de polipropileno como proteção da cultura de alface durante o inverno de Ponta Grossa - PR.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.19, n.1, p.49-52, 2001.

PAULUS, D; MEDEIROS S.L.P; SANTOS O.S.; RIFFEL C; FABBRIN E; PAULUS E. **Substratos na produção hidropônica de mudas de hortelã.** Horticultura Brasileira, v.23, p.48-50, 2005.

PEREIRA, I. S; PEREIRA, M. T. **Olericultura.** Brasília: Nt Editora, 2016. 158 p. Disponível em: <https://avant.grupont.com.br/dirVirtualLMS/arquivos/texto/48aad08f9e197cb2051139d42ff34e69.pdf>. Acesso em: 01 set. 2021.

RESENDE, G. M. et al. Sistemas de cultivo hidropônico: principais técnicas e recomendações. **Brasília: Embrapa Hortaliças**, 2015. (Documentos, 130). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/125029/1/doc-130.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2025.

RODRIGUES I. N.; LOPES M. T. G.; LOPES R.; GAMA A. S.; MILAGRES C. P.. **Avaliação de cultivares de alface crespa para região de Manaus** . In: Congresso brasileiro de olericultura, 47. 2007.

RODRIGUES, A.B.; MARTINS, M.I.E.G.; ARAÚJO, J.C.C. **Avaliação econômica da produção de alface em estufa.** *Informações Econômicas*, São Paulo, v.27, n.1, p.27-33, 1997.

RODRIGUES, L. R. F. *Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido.* Jaboticabal: FUNEP, 2002. (Cultivo por técnica de hidroponia).

RODRIGUES, L.R.F. **Cultivo pela técnica de hidroponia. Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido.** Jaboticabal. Funep. 2002.

ROSA, Anderson da Silva 2013, Fitorremediação de Pesticidas Utilizados e Lavouras de Arroz Através do Cultivo Hidropônico de Alface.

<http://cursos.unipampa.edu.br/cursos/ppgbioq/files/2012/04/FITORREMEDIA%C3%87%C3%83O-DE-PESTICIDAS.pdf> Acessado 15:39 do dia 11/09/2015.

SALA FC; COSTA CAP. 2005. 'Pira Roxa': **Cultivar de alface crespa de cor vermelha intensa**. Horticultura Brasileira 23: 158-159.

SANDERS, Adrianus Gerardus *et al.* **AGROINDÚSTRIA: agregando valor aos produtos agrícolas**. Revista da Faculdade Atenas, Minas Gerais, 2015. Disponível em: http://www.atenas.edu.br/uniatenas/assets/files/magazines/_8_AGROINDUSTRIA.pdf. Acesso em: 23 fev. 2022.

SANTOS, J. A.; NASCIMENTO, J. A. Tecnologias sustentáveis para a agricultura familiar na Amazônia: desafios e perspectivas. **Revista de Extensão da Ufam**, v. 12, n. 1, p. 37–48, 2020.

SANTOS, O. S. **Hidroponia da alface**. Santa Maria: Imprensa Universitária, 2000, 160p.

SANTOS, O. S.; SCHMIDT, D.; NOGUEIRA FILHO, H.; LONDERO, F. A. **Cultivos sem solo – Hidroponia**. 2ª reimpressão. Santa Maria: UFSM/CCR, 2002. 107p.

SENAR (org.). **Hidroponia reduz necessidade de utilização de defensivos agrícolas**. 2020. Disponível em: <https://cnabrazil.org.br/noticias/hidroponia-reduz-necessidade-de-utilizacaode-defensivos-agricolas>. Acesso em: 10 out. 2022.

SILVA EC; LEAL NR; MAL UF; WR. 1999. **Avaliação de cultivares de alface sob altas temperaturas em cultivo protegido em três épocas de plantio na região Norte-fluminense**. Ciências Agrotécnicas 23:491-499.

SILVA J.B.C, NAKAGAWA J. **Metodologia para avaliação de materiais cimentantes para peletização de sementes**. Horticultura Brasileira 1998a; 16(1): 31-37. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05361998160205>» <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05361998160205>

SILVA, A. P. P. & MELO, B. **Hidroponia**. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-hidroponia>. Acesso em: 05 de dezembro de 2016.

SILVA, A. P. P.; MELO, B. **Hidroponia**. **Revista do Instituto de Ciências Agrárias**, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003. Disponível em: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/hidropo.htm>. Acesso em: 30 abr. 2022.

SILVA, M. A.; FERREIRA, C. A. Hidroponia como alternativa sustentável para comunidades rurais da Amazônia. **Revista Agroecossistemas**, v. 9, n. 2, p. 88–95, 2017.

SILVA, A. C. F.; VIZZOTTO, V. J. Avaliação de cultivares de alface no verão para o litoral catarinense. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 7, n. 1, p.23-27, 1994.

SOARES, I. **Alface; cultivo hidropônico**. Fortaleza: Editora UFC. 2002. 50p.

SOUZA, J.C. A.; SOUZA, R. C. J.; COLLICCHIO, E.; GOMES, L. A. A.; SANTOS, H. S. Instruções práticas para construção de estufas “modelo Ana Dias”. Lavras: UFLA: 1994. 22P. (Circular Técnica, 17).

SOUZA, C. F. *et al.*, Efeito de diferentes substratos sobre a produção de alface crespa em cultivo hidropônico. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 3, p. 181–187, 2012.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**. 4.ed. Nova Odessa, SP: Jardim Botânico Plantarum, 2019.

TEIXEIRA, N. T. **Hidroponia: Uma Alternativa Para Pequenas Áreas**. Guaíba: Agropecuária, 1996. 86p.

TRANI, P.E.; NOVO, M.C.S. S; CAVALLARIO Júnior, M.L; TELES L.M.G. **Produção de mudas de alface em bandejas e substratos comerciais**. Horticultura Brasileira, v.22, n.2, p.290-294, 2004.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.