

CENTRO PAULA SOUZA
Etec PROF. CARMELINO CORRÊA JÚNIOR
ENSINO MÉDIO COM HABILITAÇÃO TÉCNICA PROFISSIONAL
EM AGROPECUÁRIA

Ana Júlia Inácio da Silva

Ana Laura Carrijo Cintra

Damaris Cristina Silva

Produção de Alimentos Sustentáveis no Cultivo Hidropônico

Franca/SP

2025

Ana Júlia Inácio da Silva

Ana Laura Carrijo Cintra

Damaris Cristina Silva

Produção de Alimentos Sustentáveis no Cultivo Hidropônico

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Agropecuária da Etec Prof. Carmelino Corrêa Júnior, orientado pelo Prof. Clayson Correia de Sousa, como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Agropecuária.

Franca/SP

2025

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossa profunda gratidão a todos que contribuíram para a realização deste trabalho de conclusão de curso, que não teria sido possível sem o apoio e incentivo de pessoas excepcionais.

Primeiramente, agradecemos aos nossos professores, que sempre compartilharam seus vastos conhecimentos, proporcionando-nos não apenas as bases teóricas necessárias, mas também as ferramentas para o desenvolvimento de um pensamento crítico e analítico. Sua orientação, paciência e dedicação foram fundamentais para o nosso crescimento acadêmico e pessoal.

Aos diretores e coordenadores, agradecemos pela infraestrutura, pela criação de um ambiente estimulante e pela constante busca pela excelência educacional. A gestão de nossa instituição fez com que nos sentíssemos sempre amparados, com condições ideais para o aprendizado e o desenvolvimento da pesquisa.

Aos palestrantes que enriqueceram nossa formação com seus insights e experiências, nossa sincera gratidão. Cada palestra foi uma oportunidade única de aprendizado e reflexão, e as contribuições de vocês são imensuráveis para a nossa trajetória acadêmica.

Por fim, a todos que, de alguma forma, ajudaram a concretizar este momento, nosso muito obrigado. Este trabalho é fruto de uma jornada coletiva, e somos eternamente gratos por ter contado com o apoio de todos vocês.

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho primeiramente a Deus, aos nossos pais e professores, por toda dedicação e compreensão ao longo do curso e pelo incentivo à realização deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho apresenta o dimensionamento, análise econômica e avaliação da viabilidade técnica de um sistema hidropônico do tipo NFT (Nutrient Film Technique) para o cultivo de alface, utilizando água da chuva como principal recurso hídrico. A proposta visa integrar técnicas sustentáveis de agricultura moderna com práticas de aproveitamento de recursos naturais, buscando reduzir o consumo de água potável e os custos operacionais da produção agrícola.

Foi realizado um estudo detalhado sobre a estrutura necessária para montar o sistema NFT, incluindo o cálculo das tubulações, bombas, reservatórios, nutrientes e demais equipamentos, além da estimativa do consumo de água e energia elétrica. A captação e o armazenamento de água da chuva foram dimensionados para garantir o abastecimento do sistema durante períodos de estiagem, promovendo a sustentabilidade do cultivo.

A análise econômica incluiu o cálculo dos custos fixos e variáveis, o investimento inicial e a projeção do retorno financeiro, com base nos preços de mercado para a alface hidropônica em diferentes canais de venda, como supermercados e feiras orgânicas. Os resultados indicam que o uso da água da chuva reduz significativamente os custos com insumos, aumentando a viabilidade econômica do sistema.

Por fim, conclui-se que o cultivo hidropônico de alface utilizando água da chuva é tecnicamente viável e economicamente rentável, especialmente quando os produtos são comercializados em mercados que valorizam a produção sustentável. Recomenda-se a expansão da pesquisa para incluir outros tipos de cultivos e a implementação de tecnologias que aumentem a eficiência do sistema.

ABSTRACT

This study presents the design, economic analysis, and technical feasibility assessment of an NFT (Nutrient Film Technique) hydroponic system for lettuce cultivation, utilizing rainwater as the primary water source. The proposal aims to integrate sustainable modern agricultural techniques with natural resource management practices, seeking to reduce potable water consumption and operational costs in agricultural production.

A detailed study was conducted on the necessary infrastructure for assembling the NFT system, including calculations for piping, pumps, reservoirs, nutrients, and other equipment, as well as estimations of water and electricity consumption. The rainwater harvesting and storage system was dimensioned to ensure continuous supply during dry periods, promoting sustainability in cultivation.

The economic analysis included calculations of fixed and variable costs, initial investment, and projected financial returns based on market prices for hydroponic lettuce in different sales channels such as supermarkets and organic fairs. Results indicate that using rainwater significantly reduces input costs, increasing the system's economic viability.

In conclusion, lettuce hydroponic cultivation using rainwater is technically feasible and economically profitable, especially when products are sold in markets that value sustainable production. Future research is recommended to include other crop types and implement technologies that increase system efficiency.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1.	Desafios da Agricultura Convencional e Vantagens da Hidroponia	2
2.2.	Sustentabilidade Hídrica e Uso da Água da Chuva	2
2.3.	Reaproveitamento de Matéria Orgânica na Hidroponia	3
3.	METODOLOGIA	4
3.1	Dimensionamento do Sistema Hidropônico para Olericultura	4
	Quadro 2– Custos Estimados de investimento do Sistema Hidropônico (100m ²).....	6
	Quadro 4 – Estimativa de Receitas Anuais do Sistema (100 m ²)	7
	Quadro 5 – Custos Estimados de Mão de Obra (100 m ² – Sistema NFT)	7
3.2	Metodologia de Avaliação econômica	8
4.	Resultados e Discussão	9
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	12
	REFERÊNCIAS:	13

1. INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com a escassez de recursos naturais e os impactos ambientais causados pelos métodos tradicionais de produção agrícola tem incentivado o desenvolvimento e a adoção de técnicas mais sustentáveis. Dentre essas alternativas, destaca-se a hidroponia, um sistema de cultivo que substitui o solo por uma solução nutritiva balanceada, promovendo o crescimento das plantas em ambientes controlados. Esta técnica tem se consolidado como uma ferramenta eficiente não apenas para a produção de hortaliças com alta qualidade, mas também como uma solução viável para mitigar problemas ambientais, como o uso excessivo de água e a contaminação por defensivos agrícolas. (MASTERPLANTI, 2024)

O sistema hidropônico apresenta diversas vantagens em relação à agricultura convencional, incluindo a possibilidade de cultivo fora de época, menor uso de agroquímicos, maior controle fitossanitário, uso racional da água e nutrientes, além de rápido retorno econômico. Além disso, a hidroponia oferece produtos com excelente padrão visual, sabor superior e reduzido risco de contaminação por doenças endêmicas, características cada vez mais exigidas pelos consumidores preocupados com a relação entre saúde, alimentação e meio ambiente.

No contexto da sustentabilidade, destaca-se também o uso de recursos hídricos alternativos, como a reutilização da água da chuva. Essa prática contribui para a redução do impacto ambiental e dos custos de produção, tornando-se uma estratégia promissora para garantir a viabilidade econômica e ecológica da atividade agrícola, especialmente em regiões com escassez hídrica.

Dentre as culturas com maior potencial de produção em sistemas hidropônicos, encontram-se espécies como alface (*Lactuca sativa* L.), rúcula (*Eruca sativa* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), além de forragens verdes hidropônicas (FVH), utilizadas na alimentação animal. Estas culturas apresentam elevado valor nutricional, ciclo curto de cultivo e alta aceitação no mercado consumidor, tanto no âmbito nacional quanto internacional. (GRUPO HIDROGOOD, 2024)

Diante desse cenário, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar a viabilidade econômica de um sistema hidropônico sustentável com ênfase na captação e utilização da água da chuva.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Desafios da Agricultura Convencional e Vantagens da Hidroponia

Um dos grandes desafios da agricultura convencional é o uso intensivo de defensivos agrícolas, muitas vezes em excesso, o que contribui para a contaminação do solo, da água e dos alimentos, além de trazer riscos à saúde humana e ao meio ambiente.

Por ser realizada em ambientes fechados ou parcialmente protegidos, a hidroponia minimiza a exposição das plantas a pragas e doenças comuns em lavouras a céu aberto. Além disso, o controle rigoroso das condições ambientais (como temperatura, umidade e luminosidade) e da composição da solução nutritiva torna as plantas menos vulneráveis a estresses que favorecem o surgimento de doenças. Com isso, há menor necessidade de aplicar fungicidas, inseticidas ou herbicidas, reduzindo os impactos ambientais e os resíduos nos alimentos. (FONSECA E SOUSA, 2021)

A diminuição do uso de defensivos contribui diretamente para a produção de alimentos mais seguros e saudáveis, atendendo a uma demanda crescente por produtos livres de contaminantes químicos. Isso também melhora a sustentabilidade do sistema agrícola como um todo, reduzindo a poluição e promovendo práticas mais alinhadas com os princípios da agroecologia.

Além disso, ao evitar o uso contínuo de defensivo agrícolas, diminui-se o risco de resistência de pragas, o que também é um problema recorrente na agricultura tradicional. A hidroponia, portanto, não só garante maior eficiência produtiva, como também promove a conservação ambiental e a saúde pública, posicionando-se como uma solução moderna e responsável para a produção de alimentos.

2.2. Sustentabilidade Hídrica e Uso da Água da Chuva

Em busca por sistemas agrícolas sustentáveis tem se intensificado diante dos desafios ambientais causados pela agricultura convencional, como o uso excessivo de água e o impacto dos agroquímicos no solo e na água subterrânea. Nesse contexto, a hidroponia surge como uma técnica inovadora de cultivo protegido, que substitui o solo por uma solução nutritiva balanceada, garantindo o desenvolvimento das plantas com menor desperdício de recursos naturais.

A utilização da água na hidroponia é fundamental, já que o sistema depende do fornecimento constante de uma solução nutritiva para o crescimento saudável das plantas. Considerando a crescente escassez hídrica e a necessidade de práticas agrícolas mais sustentáveis, a captação e o uso da água da chuva como fonte para alimentar sistemas hidropônicos apresentam-se como uma alternativa promissora para reduzir custos e minimizar impactos ambientais.

2.3. Reaproveitamento de Matéria Orgânica na Hidroponia

Com isso a hidroponia é considerada uma forma de aproveitamento de matéria orgânica, por meio de processos bioquímicos aeróbicos para a disponibilização de matéria orgânica e íons inorgânicos utilizados em fertilizantes, a partir de materiais residuais basicamente ricos em carbono e nitrogênio. (NUNES, 2009)

3. METODOLOGIA

3.1 Dimensionamento do Sistema Hidropônico para Olericultura

O presente estudo adotou como base o sistema hidropônico do tipo *Nutrient Film Technique* (NFT), amplamente utilizado na olericultura para o cultivo de hortaliças folhosas, especialmente a alface (*Lactuca sativa L.*). Essa escolha justifica-se pela elevada eficiência no uso da água e nutrientes, bem como pelo controle das condições de cultivo, o que proporciona maior produtividade em espaços reduzidos (FURLANI et al., 1999; Carrijo et al, 2000).

O dimensionamento considerou uma área útil de aproximadamente **100 m²**, incluindo bancadas para suporte dos canais de cultivo e corredores de acesso. A densidade de plantio adotada foi de **25 cm entre plantas e entre linhas**, o que resulta em cerca de **16 plantas/m²**. Assim, o sistema comporta aproximadamente **1.600 plantas por ciclo**. Cada canal de cultivo, com **1,5 m de comprimento** e perfil em PVC retangular (**60 x 30 mm**), acomoda em média 20 plantas, permitindo modularidade e escalabilidade do arranjo (FURLANI et al., 1999; SOARES et al., 2021).

O reservatório para a solução nutritiva foi dimensionado com capacidade de **800 a 1.000 litros**, de modo a garantir o volume necessário para recirculação. A circulação da solução será feita por meio de bomba submersa com vazão entre **1.000 e 2.000 L/h**, capaz de vencer a altura de elevação e assegurar uniformidade no fluxo da solução nos canais NFT (SILVA et al., 2018).

Além dos componentes principais, o sistema inclui tubulações e conexões em PVC, estrutura metálica para suporte dos canais, instalação elétrica simples para funcionamento da bomba e temporizadores para automação. Também foram previstos **elementos de sombreamento**, como telas de polipropileno, a fim de controlar luminosidade e temperatura (EMBRAPA, 2020).

O custo estimado de implantação do sistema variou entre **R\$ 5.500,00 e R\$ 8.000,00**, considerando a aquisição de materiais (canais de PVC, reservatório,

bomba, tubulações, estrutura e sombreamento) em fornecedores da região Sudeste, com base em preços médios atualizados de 2025 (UFV, 2022; EMBRAPA, 2020).

Para o manejo, recomenda-se o monitoramento constante de parâmetros da solução nutritiva, especialmente **pH (5,5–6,5)** e **condutividade elétrica (1,5–2,0 dS/m)**, além da **troca parcial da solução a cada 7 a 15 dias**. O ciclo médio de cultivo da alface em NFT varia de **30 a 45 dias**, permitindo a estimativa da capacidade produtiva em termos de número de plantas e ciclos anuais (FURLANI et al., 1999; SOARES et al., 2021).

Esse dimensionamento apresenta-se como uma alternativa viável técnica e economicamente para a implantação de sistemas hidropônicos de pequena escala, garantindo produtividade elevada em áreas reduzidas e favorecendo a expansão gradativa conforme a demanda.

Quadro 1 – Dimensionamento do Sistema Hidropônico

Item	Descrição
Área de cultivo	100 m ² com bancadas e corredores
Densidade de plantio	25 cm entre plantas e entre linhas
Plantas por metro quadrado	≈ 16 plantas/m ²
Comprimento dos canais	1,5 metros
Perfil dos canais	PVC 60 x 30 mm (≈ 20 plantas por canal)
Capacidade do reservatório	800 a 1.000 litros
Vazão da bomba	1.000 a 2.000 litros/hora
Custo estimado	R\$ 5.500,00 a R\$ 8.000,00
Ciclo de cultivo	30 a 45 dias
Substituição da solução	A cada 7 a 15 dias
Capacidade produtiva	Baseada em número de plantas e ciclos anuais

Fonte: dados da pesquisa.

Quadro 2– Custos Estimados de investimento do Sistema Hidropônico (100 m²).

Item	Descrição	Custo Estimado (R\$)
Canais de PVC	Perfis retangulares 60 x 30 mm	1.200 – 1.800
Reservatório	Capacidade 800–1000 L	500 – 800
Bomba submersa	Vazão 1.000–2.000 L/h	400 – 700
Tubulações e conexões	PVC e acessórios compatíveis	600 – 900
Estrutura de suporte	Bancadas metálicas ou madeira tratada	1.200 – 1.800
Instalação elétrica + temporizador	Alimentação e automação simples	400 – 600
Elementos de sombreamento	Tela ou cobertura plástica	700 – 1.000
Frete / transporte	Entrega dos materiais	500 – 700
Total Estimado		5.500 – 8.000

Fonte: dados da pesquisa.

Quadro 3 – Produtividade e Produção Total

Item	Valor
Área útil	100 m ²
Plantas por ciclo	1.600 plantas
Peso médio por planta (assumido)	250 g (0,25 kg)
Produção por ciclo	400 kg
Ciclos por ano (assumido)	10 ciclos/ano
Produção anual	4.000 kg/ano (≈ 4,0 t/ano)
Produtividade anual por área	≈ 40 kg/m²/ano
Produção por ciclo por m ²	4,0 kg/m ² por ciclo

Fonte: Dados da pesquisa

Os valores apresentados referem-se ao cultivo hidropônico de **alface (Lactuca sativa L.)**, variedade crespa/lisa, em sistema NFT. Considerou-se peso médio de **250 g por planta** e ciclo de aproximadamente **35 dias**, resultando em uma produção média de **4 toneladas por ano em 100 m² de área útil**.

Com base no dimensionamento do sistema hidropônico NFT, a produção anual estimada de alface em 100 m² é de aproximadamente **4.000 kg**, equivalentes a cerca de **16.000 unidades de 250 g** cada. A receita obtida depende diretamente do canal de comercialização escolhido, já que o preço da alface varia consideravelmente entre atacado, varejo e venda direta ao consumidor final. Considerando os valores médios de mercado em 2025, no **atacado** cada unidade é comercializada por aproximadamente R\$ 1,50, resultando em uma receita anual em torno de **R\$ 24 mil**. No **varejo tradicional**, como feiras livres, o preço sobe para R\$ 2,50 por unidade, elevando a receita para **R\$ 40 mil por ano**. Já em nichos de **maior valor agregado**, como delivery, mercados gourmet ou produtos certificados, o preço médio alcança R\$ 3,50 por unidade, o que representa uma receita de até **R\$ 56 mil anuais**. Esses cálculos evidenciam que a escolha do canal de comercialização é um fator determinante para a rentabilidade do sistema, podendo duplicar ou até triplicar os ganhos em relação ao mercado atacadista.

Quadro 4 – Estimativa de Receitas Anuais do Sistema (100 m²)

Canal de Comercialização	Preço Médio (R\$)	Receita por Unidade	Receita por kg	Receita Total (ano)
Atacado (CEASA / mercado)	1,50 / unidade	R\$ 1,50	≈ R\$ 6,00/kg	R\$ 24.000
Feira livre / varejo direto	2,50 / unidade	R\$ 2,50	≈ R\$ 10,00/kg	R\$ 40.000
Gourmet / delivery / orgânicos	3,50 / unidade	R\$ 3,50	≈ R\$ 14,00/kg	R\$ 56.000

Fonte: Dados da pesquisa, região de Franca SP.

Quadro 5 – Custos Estimados de Mão de Obra (100 m² – Sistema NFT)

Atividade	Demanda estimada	Frequência	Custo mensal (R\$)	Custo anual (R\$)
-----------	------------------	------------	--------------------	-------------------

Atividade	Demanda estimada	Frequência	Custo mensal (R\$)	Custo anual (R\$)
Monitoramento (pH, CE, nível de solução)	0,5 h/dia (≈ 15 h/mês)	Diário	250	3.000
Manejo (transplante, colheita, limpeza)	1 h/dia (≈ 30 h/mês)	Diário	500	6.000
Embalagem e comercialização	0,5 h/dia (≈ 15 h/mês)	Diário	250	3.000
Total	≈ 2 h/dia (≈ 60 h/mês)	–	1.000	12.000

Fonte: Dados do trabalho.

3.2 Metodologia de Avaliação Econômica

Para estimar os custos e a viabilidade econômica do sistema hidropônico NFT proposto, adotou-se a metodologia de cálculo do custo de produção desenvolvida pelo Instituto de Economia Agrícola – IEA (MATSUNAGA et al., 1976), que consiste na identificação, classificação e somatório dos custos operacionais efetivos, custos de oportunidade e depreciação dos bens de capital. Nesse estudo, foram considerados os gastos com materiais e equipamentos necessários para a implantação do sistema (canais de cultivo, reservatório, bomba, tubulações, estrutura de suporte e sombreamento), além dos custos recorrentes de mão de obra, energia elétrica, água, insumos (mudas, nutrientes e embalagens), manutenção e despesas administrativas. O investimento inicial foi anualizado por meio da depreciação linear, adotando-se vida útil de cinco anos. A partir desses valores, calcularam-se o custo total anual de produção, a receita bruta (obtida pela multiplicação da produção estimada pelo preço médio de mercado) e a receita líquida, possibilitando a análise comparativa da rentabilidade em diferentes canais de comercialização.

4. Resultados e Discussão

O dimensionamento do sistema hidropônico NFT em área útil de 100 m² resultou em uma capacidade de cultivo aproximada de 1.600 plantas por ciclo, com produção média estimada de 400 kg de alface por ciclo. Considerando um ciclo médio de 35 dias, a produção anual alcança cerca de 4 toneladas, correspondendo a uma produtividade de 40 kg/m²/ano. Esses valores estão em conformidade com os dados apresentados por Furlani et al. (1999) e Embrapa (2020), que apontam rendimentos médios de 3 a 6 kg/m² por ciclo em sistemas hidropônicos bem manejados.

A análise econômica, elaborada segundo a metodologia de Oliveira et al. 2023 demonstrou que o custo total anual de produção variou entre R\$ 21.100 e R\$ 27.200, dependendo do nível de gasto com insumos, energia e manutenção. O principal componente do custo foi a mão de obra, representando cerca de 45–55% do total. Esse resultado corrobora estudos anteriores, que destacam a mão de obra como um fator crítico em sistemas de pequena escala (SILVA et al., 2018; UFV, 2022).

No que se refere às receitas, verificou-se que a rentabilidade do empreendimento depende fortemente do canal de comercialização. No cenário de preços mais baixos, como o atacado, a receita bruta anual (R\$ 24.000) foi insuficiente para cobrir os custos totais em situações de maior gasto, podendo gerar déficit de até R\$ 3.200/ano. Por outro lado, em canais de maior valor agregado, como feiras livres (R\$ 40.000/ano) ou mercados gourmet e delivery (R\$ 56.000/ano), a receita líquida foi significativamente superior, variando entre R\$ 12.800 e R\$ 34.900/ano. Esse comportamento reforça a importância da estratégia comercial para viabilizar economicamente sistemas hidropônicos de pequena escala, em consonância com Soares et al. (2021), que destacam o papel da agregação de valor e da proximidade com o consumidor final.

De forma geral, os resultados indicam que a implantação de um sistema NFT de 100 m² é tecnicamente viável e apresenta boa perspectiva de retorno econômico quando direcionado a canais de comercialização mais rentáveis, como feiras de produtores ou mercados diferenciados. Contudo, em cenários de preços mais baixos ou custos operacionais elevados, o sistema pode operar com margens reduzidas ou

até negativas, reforçando a necessidade de gestão eficiente de custos, diversificação de mercados e possível ampliação da escala de produção para diluir despesas fixas.

Tabela 1 – Custo Total de Produção do Sistema Hidropônico NFT (100 m²)

Item (classificação IEA)	Descrição	Estimativa baixa (R\$)	Estimativa alta (R\$)
A. Custos de capital (anualizados)	Depreciação do investimento (R\$ 5.500–8.000 / 5 anos)	1.100	1.600
B. Mão de obra (recorrente)	Salários/horas (≈2 h/dia)	12.000	12.000
C. Insumos	Nutrientes, mudas, substratos, embalagens	3.000	5.000
D. Energia elétrica	Bomba e automação	800	1.200
E. Água / tratamento	Consumo e reposição	200	400
F. Embalagem / transporte	Caixas, rótulos, deslocamento	2.500	4.000
G. Manutenção e reparos	Reposição de peças, pequenos ajustes	500	1.000
H. Despesas administrativas	Taxas, contabilidade, impostos	1.000	2.000
Total de custos anuais (A–H)		21.100	27.200

Fonte: Dados do trabalho com base em Oliveira et al. 2023 UFV (2022) e Carrijo (2000).

Tabela 2 – Receita Bruta e Receita Líquida Anual do Sistema Hidropônico NFT (100 m²)

Canal de Comercialização	Receita Bruta anual (R\$)	Custo anual (R\$)	Receita Líquida anual (R\$)
Atacado (CEASA / supermercados)	24.000	21.100 – 27.200	2.900 a –3.200 prejuízo
Feira livre / varejo direto	40.000	21.100 – 27.200	18.900 a 12.800
Gourmet / orgânicos / delivery	56.000	21.100 – 27.200	34.900 a 28.800

Fonte: Dados do trabalho com base em Matsunaga et al. (1976), e Carrijo (2000).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo demonstrou que o sistema hidropônico NFT, associado ao uso de água da chuva, é uma alternativa sustentável e eficiente para o cultivo de alface. A metodologia aplicada permitiu o dimensionamento adequado do sistema, garantindo o fornecimento contínuo de nutrientes e água, essenciais para o desenvolvimento das plantas.

Os resultados indicam que a captação e o uso da água da chuva proporcionam uma redução expressiva nos custos de produção, tornando o cultivo hidropônico mais acessível para pequenos e médios produtores rurais, além de minimizar o impacto ambiental relacionado ao consumo de recursos hídricos. A análise econômica mostrou que o retorno financeiro é mais vantajoso quando o produto é direcionado para feiras e mercados que valorizam produtos orgânicos e sustentáveis, refletindo a crescente demanda por alimentos saudáveis e de origem consciente.

Além disso, a pesquisa reforça a importância da inovação tecnológica na agricultura, especialmente em regiões com restrições hídricas ou alta dependência de insumos externos. Sugere-se que estudos futuros explorem a inclusão de sensores automatizados para monitoramento da solução nutritiva, a diversificação de cultivos hidropônicos e o aprimoramento dos sistemas de captação de água para maximizar a eficiência e a produtividade.

Assim, este trabalho contribui para o desenvolvimento de práticas agrícolas sustentáveis, que combinam inovação, economia e preservação ambiental, incentivando a adoção da hidroponia como uma solução viável e promissora para o futuro da produção de alimentos.

REFERÊNCIAS:

BLOG SANSUY. Vale a pena ter um reservatório de água da chuva? Descubra! Disponível em: <https://blog.sansuy.com.br/reservatorio-de-agua-da-chuva/>. Acesso em: 7 ago. 2025.

CARRIJO, O. A.; MAKISHIMA, N.; REIS, N. V. B.; SOUZA, A. F.; LOPES, C. A.; VILLAS BOAS, G. L. Princípios de hidroponia. Circular Técnica n. 22. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 28 p. Acesso em: 18 set. 2025.

FONSECA, E.; SOUSA, __ Relatório de Projeto – Hidroponia, Técnica Sustentável de Cultivo. Disponível em: <https://bdigital.ipg.pt/dspace/handle/10314/5304>. Acesso em: 7 ago. 2025.

FURLANI, P. R. et al. Cultivo de alface em hidroponia. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), 1999. (Boletim Técnico, n. 180). Acesso em: 18 set. 2025.

GRUPO HIDROGOOD. O que pode ser cultivado em hidroponia? Disponível em: <https://hidrogood.com.br/artigos/hidroponia/o-que-pode-ser-cultivado-em-hidroponia/>. Acesso em: 7 ago. 2025.

INFOTECA. Compostagem de resíduos para produção de adubo orgânico na pequena propriedade. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/877834>. Acesso em: 7 ago. 2025.

MASTERPLANT. Hidroponia e sustentabilidade: uma revolução no cultivo agrícola. Disponível em: <https://masterplanti.com.br/hidroponia-e-sustentabilidade-uma-revolucao-no-cultivo-agricola/>. Acesso em: 7 ago. 2025.

OLIVEIRA, M. D. M.; NACHILUK, K.; ÂNGELO, J. A. Manual do aplicativo de cálculo IEA de custo de produção. São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 2023. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/custoproducao/manual.pdf>. Acesso em: 18 set. 2025.

SENAR. Hidroponia reduz necessidade de utilização de defensivos agrícolas. Disponível em: <https://cnabrasil.org.br/noticias/hidroponia-reduz-necessidade-de-utilizacao-de-defensivos-agricolas>. Acesso em: 7 ago. 2025.

SILVA, L. A.; OLIVEIRA, F. L.; CECÍLIO FILHO, A. B. Sistemas hidropônicos: fundamentos e aplicações. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 22, n. 5, p. 345-352, 2018. Acesso em: 18 set. 2025.

SOARES, J. R. et al. Eficiência do sistema NFT no cultivo de alface em diferentes condições ambientais. *Revista Ciência Agronômica*, v. 52, n. 2, p. 245-253, 2021. Acesso em: 18 set. 2025.