



**GUSTAVO SÉRGIO DE PAULA**

**Viabilidade e qualidade da agricultura urbana através da  
hidroponia doméstica**

**LAVRAS**

**2022**

**GUSTAVO SÉRGIO DE PAULA**

**Viabilidade e qualidade da agricultura urbana através da hidroponia doméstica**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia (Bacharelado) da Universidade Federal de Lavras, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador:  
Maria Lígia de Souza Silva

**LAVRAS  
2022**

- “Dedico primeiramente à Deus, por me dar diversas oportunidades de chegar até aqui, colocar boas pessoas em meu caminho e de me possibilitar concluir esse trabalho”.
- À minha família e amigos por todo o apoio durante a graduação, em especial meus pais Dirceu e Maria de Fátima e minha tia Darléia. E ao meu tio Carlos Ademir pelo grande suporte financeiro e operacional durante a construção da hidroponia caseira.
- A todos os meus professores e colegas da graduação, que tiveram extrema importância na minha caminhada durante todo o curso e que contribuíram para o profissional que estou me tornando.
- À professora Maria Lígia, por me conceder a oportunidade de poder realizar esse trabalho na área que tanto amo e de me orientar em toda a realização desse trabalho. E a todos do laboratório de nutrição mineral de plantas da UFLA que ajudaram nas análises laboratoriais, em especial a Aline e Edinei!
- Ao Edílson pela ajuda com as análises estatísticas dos dados.

## **Agradecimentos**

Não foi nada fácil realizar esse trabalho em meio a uma pandemia, mas Deus colocou as pessoas certas na minha vida para que isso fosse possível! Mesmo com todas as dificuldades de isolamento, ainda sim foi possível realizar um experimento como esse em que construímos uma hidroponia caseira.

Meu tio Carlos Ademir (Carzinho) foi uma pessoa essencial para que esse TCC fosse possível, já que ele me ajudou tanto financeiramente quanto operacionalmente na construção dessa hidroponia. E apesar das dificuldades ela ficou pronta e com isso foi possível realizar o cultivo das alfaces.

Já no laboratório de nutrição mineral de plantas, tive a grande ajuda dos membros do laboratório liderado pela minha orientadora Maria Lígia, e tive a grande ajuda da técnica do laboratório Aline que me ajudou em diversas análises laboratoriais.

Meus familiares e amigos foram fundamentais por todo o suporte que me deram não só no TCC, mas em toda a graduação em que passei por altos e baixos. Em especial também meus pais e minha tia Darléia que me ajudaram financeiramente durante toda a faculdade.

Não poderia deixar de agradecer ao canal do youtube “Bruno Palma hidroponia” do Bruno Palma que através de seus vídeos relatou diversas das suas experiências na construção da sua hidroponia caseira e que me possibilitou ter ideias para a criação da hidroponia feita para esse trabalho. Além disso foi através dele que consegui comprar produtos necessários para a produção hidropônica na quantidade ideal para o cultivo caseiro através da sua loja online, pois em diversas cidades infelizmente ainda não temos muitos produtos voltados para o cultivo hidropônico.

## Resumo

A demanda por alimentos frescos e saudáveis tem sido crescente, atualmente, a fim de suprir a necessidade desses alimentos, a agricultura urbana tem ganhado cada vez mais espaço, com a utilização de cultivos/técnicas que proporcionam a utilização de pequenos espaços e fácil manejo. Dentre os cultivos, destaca-se o hidropônico, onde ocorre o desenvolvimento das plantas sem o uso de solo, apenas utilizando a solução nutritiva, mantendo um equilíbrio nutricional às plantas. Além disso, por apresentar um fácil manejo, é possível ter esse tipo de cultivo de forma caseira, proporcionando a geração do próprio alimento. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade nutricional de plantas de alface, assim como o manejo e custo de produção de um sistema hidropônico caseiro. O experimento foi conduzido em sistema NFT (Nutrient Film Technique) de hidroponia vertical, utilizou-se mudas de alface crespa cultivar "Vanda". Ainda, foram colocadas nos canais de cultivo e adaptadas à solução nutritiva após serem retiradas da bandeja e de terem suas raízes lavadas. O delineamento experimental implantado foi o DIC (Delineamento Inteiramente Casualizado) com 4 tratamentos (épocas de coleta espaçadas em cerca de 10 dias) e 3 repetições por tratamento. As coletas iniciaram após 41 dias em sistema hidropônico, onde foram coletadas 3 plantas por coleta, a fim de determinar o conteúdo de nutrientes. As plantas foram secas em estufa para análises químicas posteriores. Ao final, foi apresentada uma análise de custo em que a hidroponia se mostrou viável em relação às outras opções do mercado. Ainda, as alfaces crespas tiveram bons indicadores de qualidade nutricional para consumo independente da época de colheita.

**Palavras-chave:** Hidroponia. Alface. Custo de produção.

## **Abstract**

The demand for fresh and healthy foods has been growing, currently, in order to meet the need for these foods, urban agriculture has gained more and more space, with the use of crops / techniques that provide the use of small spaces and easy handling. Among the crops, hydroponic stands out, where the development of plants occurs without the use of soil, only using the nutrient solution, maintaining a nutritional balance to the plants. In addition, because it is easy to handle, it is possible to have this type of cultivation at home, providing the generation of its own food. Thus, the present work aimed to evaluate the nutritional quality of lettuce plants, as well as the management and production cost of a homemade hydroponic system. The experiment was carried out in a vertical hydroponics NFT (Nutrient Film Technique) system, using curly lettuce seedlings cultivar "Vanda". Still, they were placed in the cultivation channels and adapted to the nutrient solution after being removed from the tray and having their roots washed. The experimental design implemented was the DIC (Completely Randomized Design) with 4 treatments (collection times spaced at about 10 days) and 3 replications per treatment. The collections started after 41 days in a hydroponic system, where 3 plants were collected per collection, in order to determine the nutrient content. The plants were oven-dried for further chemical analyses. In the end, a cost analysis was presented in which hydroponics proved to be viable in relation to other options on the market. Still, curly lettuce had good nutritional quality indicators for consumption, regardless of the harvest season.

Keywords: Hydroponics. Lettuce. Production cost.

## Lista de ilustrações

Figura 1 – Canos de PVC de 100mm cortados ao meio . . . . .	16
Figura 2 – Ferramentas usadas para fazer os furos e as distâncias entre eles . . . . .	17
Figura 3 – Luva e conexão de PVC de 100mm . . . . .	18
Figura 4 – Anel de vedação e conexão de PVC de 100mm . . . . .	19
Figura 5 – Peça de isopor de vedação de luz. . . . .	20
Figura 6 – Fita metalizada utilizada nos perfis hidropônicos de PVC de 100mm e no reservatório de água. . . . .	21
Figura 7 – Suporte de mão francesa . . . . .	22
Figura 8 – Canos de 32mm e as respectivas peças . . . . .	23
Figura 9 – Eletrobomba e conexões de 32mm . . . . .	24
Figura 10 – Bombona (reservatório) e temporizador . . . . .	25
Figura 11 – Elementos da cobertura . . . . .	26
Figura 12 – Cartelas de iscas armadilhas, azul e amarela em uso. . . . .	28
Figura 13 – Mudas na bandeja com substrato . . . . .	29
Figura 14 – Soluções estoque A e B e os fertilizantes químicos. . . . .	31
Figura 15 – Equipamentos e insumos para controle da solução nutritiva . . . . .	33
Figura 16 – 1ª coleta e procedimentos iniciais em laboratório . . . . .	35
Figura 17 – Processos de secagem e moagem das amostras . . . . .	36
Figura 18 – Opções alternativas de bancadas de produção hidropônica . . . . .	40
Figura 19 – Macronutrientes da parte aérea das amostras nas diferentes coletas. . . . .	45
Figura 20 – Macronutrientes do caule das amostras nas diferentes coletas. . . . .	46
Figura 21 – Macronutrientes da raiz das amostras nas diferentes coletas. . . . .	46
Figura 22 – Micronutrientes da parte aérea das amostras nas diferentes coletas. . . . .	47
Figura 23 – Micronutrientes do caule das amostras nas diferentes coletas. . . . .	48
Figura 24 – Micronutrientes da raiz das amostras nas diferentes coletas. . . . .	48
Figura 25 – Diferença visual do caule nas diferentes épocas de colheita após o transplântio . . . . .	50

## Lista de tabelas

Tabela 1 – Materiais utilizados na parte estrutural . . . . .	14
Tabela 2 – Lista dos insumos . . . . .	15
Tabela 3 – Cotação dos materiais utilizados na parte estrutural . . . . .	38
Tabela 4 – Cotação dos insumos . . . . .	39
Tabela 5 – Teores de nutrientes na parte aérea, caule e raízes das plantas de alface em diferentes épocas de colheita. . . . .	43

## Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução . . . . .</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Revisão da Literatura . . . . .</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Alface . . . . .</b>	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>Hidroponia . . . . .</b>	<b>11</b>
<b>2.3</b>	<b>Agricultura urbana e alimentos saudáveis . . . . .</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>Materiais e Métodos . . . . .</b>	<b>13</b>
<b>3.1</b>	<b>Construção da hidroponia vertical . . . . .</b>	<b>13</b>
<b>3.2</b>	<b>Controle de pragas e doenças . . . . .</b>	<b>27</b>
<b>3.3</b>	<b>Produção de alfaces hidropônicas . . . . .</b>	<b>28</b>
<b>3.4</b>	<b>Coletas e análise laboratorial . . . . .</b>	<b>33</b>
<b>4</b>	<b>Resultados e Discussão . . . . .</b>	<b>37</b>
<b>4.1</b>	<b>Custo de implantação e produção da hidroponia . . . . .</b>	<b>37</b>
<b>4.2</b>	<b>Qualidade nutricional das alfaces em diferentes épocas de colheita</b>	<b>43</b>
<b>5</b>	<b>Conclusão . . . . .</b>	<b>51</b>
	<b>Referências . . . . .</b>	<b>52</b>

## 1 Introdução

A agricultura urbana se encontra em uma crescente ao longo dos anos (AQUINO; ASSIS, 2007). Ainda, a demanda por alimentos mais saudáveis e de boa procedência é uma tendência que se consolida a cada dia mais em nível mundial (FERREIRA, 2015). Uma das alternativas que a população tem de garantir esses alimentos é através da produção de hortaliças folhosas, pois elas podem ser cultivadas em pequenos espaços. A hidroponia possibilita a produção de hortaliças com todas essas características e pode ser uma alternativa para quem produz em espaços reduzidos, ainda, essa técnica de cultivo possibilita diminuir o uso de defensivos agrícolas que é muito usado quando se produz de forma convencional com o uso do solo. Além disso, por conta do ambiente protegido pode ocorrer uma redução na incidência de pragas e doenças pela proteção contra chuvas, geadas, ventos e sol (GENÚNCIO, 2005). Ademais, a hidroponia pode garantir plantas mais nutritivas, pois os nutrientes são fornecidos de forma mais eficiente em relação ao cultivo tradicional, pois a planta absorve os nutrientes diretamente da solução nutritiva e não há competição por água e nutrientes (COMETTI; GENUNCIO; ZONTA, 2019).

Com isso, o sistema hidropônico se tornou uma grande alternativa para que cada cidadão possa cultivar seus próprios alimentos e cuidar da segurança alimentar com alimentos mais nutritivos. No entanto, na hidroponia é necessário mais conhecimento técnico por parte do produtor em relação ao cultivo em solo de hortaliças, tanto na produção, quanto na construção do sistema (TEIXEIRA, 1996). Existem diversos fatores relacionados à montagem do sistema que devem ser levados em conta, como os materiais a serem usados. Além disso, a produção hidropônica requer um constante monitoramento dos parâmetros de pH e condutividade elétrica. Ainda, outra dificuldade para os produtores caseiros é a falta de insumos disponíveis no mercado voltados para o produtor caseiro, visto que diversas casas agropecuárias ainda não possuem produtos hidropônicos e nem na quantidade ideal para os produtores caseiros.

O ambiente urbano é cheio de peculiaridades como estruturas, imóveis e na maioria das vezes permite pouco espaço para a agricultura. Sendo assim, a criação de um sistema hidropônico caseiro precisa ser feita de acordo com as particularidades de cada ambiente e de cada produtor. A construção deve ser feita levando-se em conta locais com maior incidência de luz ao longo de todo ano, espaço suficiente para os perfis hidropônicos e os materiais corretos a serem utilizados, pois tudo isso influencia no crescimento e desenvolvimento das plantas.

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a planta mais cultivada no sistema hidropônico no Brasil. E por conta do ambiente protegido, ela pode ser cultivada em todos os meses do ano em todas as regiões do país. Porém, a época ideal de colheita das alfaces é uma questão que envolve algumas variáveis e para que o consumidor tenha acesso a uma alface bem nutrida, é necessário que o produtor se atente ao período certo de colheita. Uma planta que

começa a sair do estágio vegetativo pode apresentar falta de nutrientes à dieta humana, alta concentração de látex deixando a alface com gosto amargo, além de uma aparência não agradável ao consumidor. No entanto, colher uma planta muito jovem também não é o ideal, pois ela não se adequa ao padrão comercial.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo avaliar o custo de implantação e produção de uma hidroponia caseira, bem como apresentar as dificuldades e vantagens desse tipo de sistema em um ambiente urbano e analisar a qualidade nutricional das alfaces da cultivar Vanda em diferentes épocas de colheita.

## 2 Revisão da Literatura

### 2.1 Alface

Dentre todas as hortaliças folhosas produzidas no Brasil, a alface é a mais produzida e tem muita importância no país. Além disso a cultura apresentou produção de R\$671,5 mil toneladas em 2017 em mais de 100 mil estabelecimentos espalhados pelo Brasil (KIST; BELING, 2021). Ainda, na produção hidropônica a Alface é responsável por 80% dos cultivos nesse ambiente protegido, sendo assim a cultura mais utilizada (ALVES *et al.*, 2011).

A alface é uma cultura de grande importância nutritiva para os brasileiros pois ela fornece muitas vitaminas e sais minerais como a provitamina A, vitaminas do complexo B e ácido ascórbico. Além disso, seu preço de aquisição ao consumidor é relativamente baixo e ela é encontrada o ano todo no comércio do país (SILVA *et al.*, 2011).

Por ser originária do leste mediterrâneo a alface se adapta bem a regiões de clima temperado. Por conta disso, no Brasil, em algumas regiões com temperaturas elevadas o produtor tem mais dificuldades na produção de alfaces, pois o estágio vegetativo é diminuído. Temperaturas acima de 22°C induzem as alfaces ao florescimento precoce que pode provocar o alongamento do caule, aumento do estímulo da produção de látex, folhas e cabeças menores, tudo isso deixando o seu valor de mercado menor (SOUZA *et al.*, 2008). Ainda, a faixa ideal para a produção de alfaces é em torno de 12 a 22°C, mas existem cultivares que toleram temperaturas maiores (SOUZA *et al.*, 2008).

### 2.2 Hidroponia

A hidroponia é uma técnica de cultivo protegido em que a produção é feita sem a presença de solo. O solo é substituído por solução nutritiva contendo água e nutrientes essenciais à cultura e são responsáveis pelo seu crescimento e desenvolvimento, assim como a luz solar (FURLANI *et al.*, 2009a). O sistema mais utilizado no Brasil é o NFT (Nutrient Film Technique), também conhecido como técnica do fluxo laminar de nutrientes, em que a solução nutritiva é bombeada nos canais de cultivo e transcorre por gravidade até retornar ao tanque e continuar o ciclo.

Além disso, o cultivo sem solo é uma atividade mais sustentável em relação ao cultivo convencional, pois o uso de agrotóxicos é menor e a economia de água é maior, podendo chegar a até 70% em relação à agricultura tradicional (MELONIO, 2012). Ainda, esse sistema melhora a eficiência no uso de fertilizantes, aumenta a produção, qualidade e precocidade da cultura, além de colaborar com o aspecto da sustentabilidade social, já que permite melhor ergonomia para os trabalhadores e eles podem trabalhar em pé (FURLANI *et al.*, 2009a).

A hidroponia começou a se difundir globalmente a partir dos anos 80. No Brasil, a área cultivada estimada no sistema sem solo é de aproximadamente 1500 a 3000 hectares

e ocupa cerca de 5 a 10% dos 30.000 hectares de área de cultivo protegido. A produção estimada de alfaces providas do sistema hidropônico é de 45%, e a região de maior produção se concentra no Sudeste (ANUÁRIO BRASIL HIDROPONIA, 2018).

### 2.3 Agricultura urbana e alimentos saudáveis

A busca por alimentos mais saudáveis aumenta ao longo dos anos, principalmente por conta da quantidade de defensivos químicos que são usados na agricultura e os resíduos que podem ficar nos alimentos. O Brasil inclusive já alcançou a posição de maior consumidor mundial de agrotóxicos (FERREIRA, 2015). Tendo em vista que o cultivo hidropônico permite uma redução no uso de defensivos agrícolas e melhor eficiência de uso fertilizantes, essa prática se torna viável em fornecer alimentos ricos em nutrientes e saudáveis (MELONIO, 2012), (FURLANI *et al.*, 2009a).

O cultivo em áreas urbanas cresceu com o tempo. E é realizado em pequenas áreas dentro de uma cidade ou em seu entorno, tem como objetivo o consumo próprio ou a venda em comércios locais em pequena escala (AQUINO; ASSIS, 2007). Contudo, existem diversas dificuldades no meio urbano, pois o ambiente é muito diferente de uma zona rural. Na zona urbana, em residências como casas e apartamentos a falta de espaço acaba sendo um grande limitador para que a prática da agricultura urbana seja realizada (SOUZA, 2018). Outros problemas como a falta de incidência de luz solar direta podem dificultar o cultivo de plantas. Todavia, a hidroponia caseira pode ser a solução para esses entraves, pois ela pode ser adaptada para os mais diversos ambientes.

A hidroponia caseira vertical fornece diversas possibilidades no que diz respeito à construção e adaptação aos mais diferentes ambientes caseiros, otimiza espaços e possibilita produzir maior número de plantas em um ambiente menor (LONAX, 2019). Apesar disso, é muito importante saber das necessidades das plantas e de como o sistema hidropônico funciona, para que o cultivo forneça plantas saudáveis e nutritivas (FURLANI *et al.*, 2009a). O custo do projeto vai variar de acordo com a finalidade, o tipo de plantas, a quantidade e a qualidade dos materiais a serem utilizados para a montagem. Ainda, estruturas como a cobertura com plástico filme são essenciais para garantir um bom desenvolvimento da planta e reduzir a incidência de pragas e doenças e consequentemente de produtos químicos (QUEIROGA *et al.*, 2001).

### **3 Materiais e Métodos**

#### **3.1 Construção da hidroponia vertical**

A montagem do sistema hidropônico foi feita em uma residência localizada na cidade de Lavras MG nas seguintes coordenadas geográficas -21° 23' S, -44° 98'W. A área da casa escolhida para a construção é de 5,4m<sup>2</sup> e por ser uma hidroponia vertical foi feita em uma parede que recebe maior incidência do sol ao longo do ano.

As obras tiveram início em junho de 2020 e terminaram em julho do mesmo ano. Para a construção foram utilizados diversos materiais para fazer a parte estrutural da hidroponia e insumos para a produção, e ambos estão descritos na (Tabela 1) e (Tabela 2).

Tabela 1 – Materiais utilizados na parte estrutural

Material	Unidade	Tipo	Comprimento
Cano PVC	2	100mm	4m
Joelho PVC	7	100mm	-
Tampa PVC	2	100mm	-
Anel de vedação	14	100mm	-
Forro PVC	2	200mm	4m
Eletrobomba (máquina de lavar)	1	-	-
Cano de 32mm	1	32mm	6m
Joelho PVC 32mm	7	32mm	-
Mão francesa	16	145x190x100mm	190mm
Luva	3	100mm	-
Flange	1	32mm	-
Luva	2	32mm	-
Reservatório de água (Polietileno)	1	50L	-
Tela de sombreamento (50%)	1	4x4m	4m
Plástico difusor 150 micras	1	4x4m	4m
Metalon	4	6m	1,10m
Ripas de madeira	8	-	1,10m
Timer analógico	1	-	-
Fita metalizada	3	-	45m
Isca armadilha Amarela	2	300x120mm	-
Isca armadilha Azul	2	300x120mm	-
Cola PVC	1	-	-
União 1 polegada	2	32mm	-
Parafusos	32	4,8x50 mm	-
Bucha	32	8mm	-
Lixa	1	-	-
Registro PVC	2	32mm	-
Adaptador	2	32mm	-

Tabela 2 – Lista dos insumos

Insumo	Unidade	Medidas
Mudas	55	-
Solução nutritiva	1	1000L
Medidor de pH	1	-
Medidor de condutividade elétrica	1	-
Água destilada	1	5L
Óleo de Neem	1	500ml
Ácido fosfórico (85%)	1	100ml
Bicarbonato de sódio	1	100ml
Copos plásticos	55	200ml

Site "brunopalma hidroponia.com.br" em janeiro de 2022

Para a construção do sistema hidropônico foram utilizados 2 canos de esgoto PVC de 100mm e de 4 metros de comprimento para criar os perfis hidropônicos que conduzem a solução nutritiva às plantas e que também serve de suporte a elas (Figura 1). Esse tamanho de cano é o ideal para a fase intermediária e definitiva de plantas como alface (FURLANI *et al.*, 2009a). Os canos foram cortados ao meio com uma serra mármore e esse processo foi feito por dois motivos: economia financeira e principalmente para facilitar a limpeza dos canos, já que no final do ciclo da cultura devem ser feitas lavagens dos canos e isso facilita esse processo, pois o cano de PVC tem uma tampa removível.

**Figura 1 – Canos de PVC de 100mm cortados ao meio**

Arquivo pessoal (2020)

Para cobrir os perfis foi utilizado um forro de PVC de 4 metros de comprimento e com 200mm de largura, porém ao ser cortado ao meio com a serra mármore ele ficou com 100mm de largura e se adequou perfeitamente ao perfil hidropônico. Os furos no forro foram feitos com uma furadeira com serra copo de 32mm. O objetivo desses furos foi deixar um espaço para encaixar as plantas. Respeitou-se uma distância de 250mm entre um furo e outro e de 125mm entre o primeiro furo e a extremidade do forro (Figura 2). Esses espaçamentos são ideias para a cultura da alface e permite um bom crescimento das plantas sem que haja grande competição entre elas (GUALBERTO; RESENDE; BRAZ, 1999). Sendo assim, foram feitos 14 furos em cada cano e 56 no total, possibilitando que esse sistema hidropônico comporte 56 folhosas.

Figura 2 – Ferramentas usadas para fazer os furos e as distâncias entre eles



Para conectar os perfis hidropônicos entre eles, foram feitas ligações entre os canos de esgoto foram feitas através de 7 unidades de conexões de PVC de 100mm conhecidas como “cotovelos” ou “joelhos” (Figura 3). Entre essas conexões e os canos, na parte interna, foram usados 14 anéis de vedação para selar e evitar vazamentos, e na parte externa foram usadas luvas de 100mm para uni-las e possibilitar um aumento na distância entre os perfis de modo que as plantas pudessem crescer sem impedimentos (Figura 4).

**Figura 3 – Luva e conexão de PVC de 100mm**



Arquivo pessoal (2020)

Figura 4 – Anel de vedação e conexão de PVC de 100mm



<https://lista.mercadolivre.com.br/aneis-de-vedacao-tubo-de-esgoto>

Nos canos de PVC que formaram os perfis hidropônicos, foi necessário o uso de algumas peças feitas de isopor envolvidas por fita metalizada para vedar as partes que ficam nas ligações entre algumas conexões e os canos, pois é necessário inibir a entrada de luz na parte interna dos perfis para que não haja a proliferação de algas (Figura 5). Ainda, o uso dessa fita foi utilizado em toda a extensão dos perfis para aumentar a reflexão da iluminação e diminuir a temperatura da solução nutritiva (Figura 6). O aumento da temperatura dos perfis diminui a concentração de oxigênio dissolvido na solução nutritiva e isso atrapalha o crescimento das raízes que precisam de mais  $O_2$  no calor (SUTTON *et al.*, 2006). O reservatório de solução nutritiva também foi coberto com a fita para evitar que a temperatura da água se eleve muito enquanto ela não estiver em movimento.

Figura 5 – Peça de isopor de vedação de luz.



Arquivo pessoal (2020)

**Figura 6 – Fita metalizada utilizada nos perfis hidropônicos de PVC de 100mm e no reservatório de água.**



Arquivo pessoal (2020)

Para que os canos de PVC ficassem suspensos na parede, foi necessário adquirir 16 unidades de mão francesa de chapa de aço carbônico SAE1020 com 145mm de altura e 190mm de largura para servir como suporte aos canos. A parte que sustenta os perfis tem 100mm de largura (Figura 7). Essa distância da parede tem o objetivo de manter as plantas mais longe dela, pois à medida que crescem ocupam mais espaço e a parede

esquenta muito por receber raios solares. A posição desses sustentadores na parede foi escolhida para que os canos ficassem com uma declividade ente 2 e 4%, para que a água e os nutrientes desçam por gravidade, mas em uma velocidade considerada ideal para que as raízes consigam absorver (FURLANI *et al.*, 2009a). Foi escolhido um material de aço por conta da sua maior resistência mecânica, maleabilidade e resistência às intempéries em relação à madeira por exemplo. Porém seu custo é maior.

**Figura 7 – Suporte de mão francesa**



Arquivo pessoal (2020)

No início e no final dos perfis hidropônicos foi usado uma tampa de PVC de 100mm, de um lado a tampa se conecta com o perfil de cano de 100mm e do outro lado com conexões de canos de 1 polegada (32mm) (Figura 8). As primeiras conexões ligadas às tampas são adaptadores, para vedar e evitar vazamentos. Para conduzir o fluido do sistema para o reservatório e vice-versa foi adquirido um cano de 32mm de 6 metros de comprimento que foi cortado em diferentes tamanhos e ligado em conexões de PVC de 32mm. Entre essas tubulações de 32mm foram usadas duas uniões de 1 polegada para que fosse possível remover algumas partes dessas tubulações, isso foi útil para tornar possível a remoção da ligação entre o reservatório e as tubulações para realizar a limpeza. Ainda, foi usada uma luva de correr de PVC de 32mm para se conectar a uma eletrobomba de máquina de lavar para vedar e estancar possíveis vazamentos. Foram utilizados 2 registros, um para controlar a vazão que envia a solução nutritiva ao sistema e outro que é um registro de retorno (Figura 8).

Figura 8 – Canos de 32mm e as respectivas peças



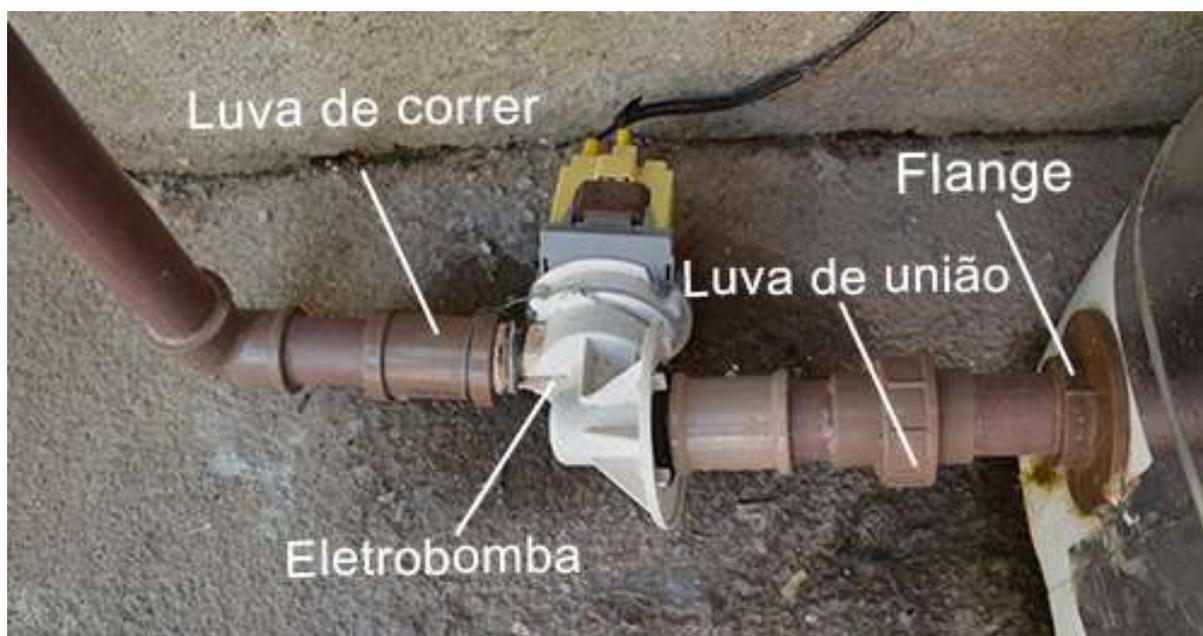
Arquivo pessoal (2020)

A aeração da solução nutritiva é essencial em qualquer hidroponia. O registro de retorno é ótimo para permitir maior oxigenação da água, pois a solução não vai para os perfis e volta para o reservatório por meio da gravidade e deixa a solução nutritiva mais aerada (FURLANI *et al.*, 2009a). Com o outro registro é possível controlar a vazão.

Com a finalização dos canais de cultivo e das tubulações de passagem da solução

nutritiva, foi instalada uma eletrobomba para bombear a água e nutrientes para o sistema hidropônico junto aos canos de 32mm. Essa eletrobomba é de máquina de lavar de 127v e 34w de potência com vazão de 1m<sup>3</sup>/h e altura de coluna d'água de 2,90m sendo que a altura a ser vencida era de 1,8m (Figura 9). A ligação da eletrobomba com os canos foi feita utilizando a luva de correr para evitar problemas com vazamento e a luva de união para facilitar na remoção dos canos com o reservatório. Entre a luva de união e o reservatório foi usada um flange para melhorar a vedação. O encaixe do flange com o reservatório não foi feito muito embaixo para evitar a sucção de impurezas que se acumulam no fundo.

Figura 9 – Eletrobomba e conexões de 32mm



Arquivo pessoal (2020)

O reservatório de solução nutritiva é uma bombona plástica de 50 litros produzida com polietileno de alta densidade (Figura 10), sua capacidade atende à demanda de água necessária para irrigar todas as plantas desse sistema hidropônico, pois cada planta de alface necessita de 0,5 - 1,0L (FURLANI *et al.*, 2009a). É por meio do reservatório que são feitas medições de pH e de condutividade elétrica da solução. Foi feita uma abertura no reservatório para que os canos de 32mm fossem encaixados e a solução volte por gravidade. Para cobrir a abertura feita foi usado um papel alumínio para evitar a entrada de luz e o aquecimento do fluido (FURLANI *et al.*, 2009a). No final dos canos de 32mm que levam a água para o reservatório foram colocadas meias para evitar o acúmulo de impurezas oriundas das mudas.

Figura 10 – Bombona (reservatório) e temporizador



Arquivo pessoal (2020)

Para manter as plantas nutridas, é necessário que a solução nutritiva esteja em contato com as raízes, mas isso não pode ocorrer de forma constante, pois pode haver deficiência de oxigênio no sistema radicular. Portanto, o fluido foi enviado ao sistema de acordo com uma frequência estabelecida, para que as plantas recebam os nutrientes em períodos ideais. A solução nutritiva sai do reservatório através do acionamento da

eletrobomba que é feito por meio de um temporizador analógico. O temporizador analógico permite intervalos de 15 minutos entre as programações em 24 horas (Figura 10). A frequência estabelecida da irrigação foi de 15 em 15 minutos do período de 6 às 10 da manhã e de forma constante e sem interrupção das 10 às 18 horas. Entre as 18 e 6 horas o período de rega foi em apenas dois horários, às 22 horas e às 2 horas da manhã, ambas por 15 minutos e com o objetivo de apenas molhar as raízes (FURLANI *et al.*, 2009a).

Figura 11 – Elementos da cobertura



Arquivo pessoal (2020)

Ainda, foi construída uma cobertura sobre os perfis hidropônicos para fornecer às plantas diversos benefícios como melhor aproveitamento da radiação, proteção contra chuvas e conseqüentemente de doenças e pragas e redução de defensivos agrícolas (ANDRADE *et al.*, 2011). Foi necessário o uso de plástico difusor de 150 micras 4x4m. Esse plástico foi esticado sobre 8 ripas de madeira de 15x50mm com 1,10m e presas entre 2 tubos de aço metalon 20x30mm de 6m e 1 metalon de 1,10m na lateral. O metalon serviu

para prender o plástico que foi enrolado e fixado nele dos dois lados. Já o metalon lateral serviu para fixar a estrutura da cobertura na parede e na outra lateral a cobertura foi fixada próxima e acima do telhado. As ripas serviram de apoio para manter o plástico firme e esticado (Figura 11).

Em termos de altura em relação aos perfis, a cobertura não propicia boa ventilação, pois a distância é relativamente pequena, mas como a parte da frente não é fechada, isso ajuda na troca de ar (Figura 11). Ainda, a tela de sombreamento usada ficou entre os perfis e a cobertura, o que não é o mais ideal tendo em vista a curta distância. Isso ocorreu por conta das limitações do ambiente caseiro disponível. A tela de sombreamento é útil para evitar a alta incidência de raios solares em dias muito ensolarados para diminuir a temperatura e propiciar um ambiente melhor às plantas (QUEIROGA *et al.*, 2001). A tela usada foi a de 50%, ou seja, ela bloqueia 50% da luz solar e ficou presa por meio de duas cordas de Polipropileno, uma em cada lateral e foi usada apenas em dias muito ensolarados com altas temperaturas.

### 3.2 Controle de pragas e doenças

Para garantir maior controle de insetos pragas, foram colocadas diversas cartelas de iscas armadilhas (Figura 12), usadas com objetivo de fazer controle preventivo, diminuir o uso de produtos químicos e atuar na captura dos insetos. Essas iscas tem 300x120mm e possuem em sua cobertura cola entomológica com alta pegajosidade e foram distribuídas na parte frontal da hidroponia, quatro armadilhas no total.

Das quatro armadilhas usadas para a captura de pragas, duas eram amarelas e duas eram azuis e cada uma atrai um determinado tipo de inseto. A armadilha azul foi a mais importante, pois de acordo com (SANTOS *et al.*, 2018) ela atrai muito mais o tripses (*Frankliniella schultzei*) em relação à armadilhas de outras cores e, portanto, é mais uma das alternativas usadas no controle dessa praga que causa sérios danos econômicos à alface. Já a amarela foi importante para evitar a proliferação da mosca minadora (*Liriomyza sp.*) que dá origem a larva minadora, uma praga que ataca a alface.

Foi usado um repelente natural e orgânico chamado óleo de Neem. Seu princípio ativo é a azadirachtina (32%, 3200ppm) e atua como inseticida, acaricida, bactericida, fungicida e provoca distúrbios fatais em insetos adultos (CASTRO, 2021). O defensivo foi usado uma vez por semana seguindo a recomendação do fabricante. Todas essas medidas serviram para controlar a população de tripses e evitar danos indiretos como a transmissão do vira-cabeça transmitido por espécies de vírus do gênero Tospovirus, família Bunyaviridae (GOMES, 2020).

**Figura 12 – Cartelas de iscas armadilhas, azul e amarela em uso.**

Arquivo pessoal (2020)

### 3.3 Produção de alfaces hidropônicas

Para o início da produção hidropônica caseira foi escolhida a cultura da alface pela sua qualidade nutricional e por ser a cultura mais utilizada no sistema hidropônico. Com isso, foram escolhidas mudas de alfaces crespas da cultivar Vanda que se destaca pela alta resistência à queima de borda (deficiência de cálcio), alto nível de resistência ao LMV-II que causa sérios danos à alface, sistema radicular vigoroso e alta produtividade (SAKATA, 2020). Ainda, possui ciclo médio total de 55 dias (precoce), mas em condições hidropônicas esse ciclo pode ser menor.

Figura 13 – Mudas na bandeja com substrato



(Arquivo pessoal 2021)

Com isso, foi utilizado o delineamento experimental DIC (Delineamento Inteiramente Casualizado) com 4 tratamentos (épocas de coleta) e 3 repetições por tratamento. A produção teve início em julho de 2021 com 55 mudas adquiridas em um viveiro da cidade de Lavras MG. Vieram em uma bandeja com substrato e continham 3 folhas definitivas (aproximadamente 20 dias). Algumas mudas vieram com a praga tripes em suas folhas

(Figura 13). As mudas tiveram suas raízes lavadas para a retirada do restante do substrato. Esse processo foi feito com cautela para evitar danos já que as raízes ainda estavam muito novas e relativamente frágeis. Para a locação das mudas nos perfis hidropônicos, foram utilizados 55 copos descartáveis de 180ml para servir de apoio para as mudas até que elas conseguissem se adaptar ao espaço dos perfis ficando mais eretas. Para isso foram feitos cortes através de um estilete quente em forma de “X” para que a raiz ultrapassasse o fundo do copo. Esses copos acompanharam as mudas por 14 dias e depois foram retirados deixando as mudas livres e adaptadas aos perfis.

Além disso, para nutrir essas plantas durante o processo de produção foram fornecidos nutrientes através de fertilizantes minerais formulados, próprios para hidroponia e são da marca “Plantpar”, das linhas Flex vermelho e Flex azul para compor a solução estoque (Figura 14). Para preparar as duas soluções estoque, comumente chamadas de solução A e solução B, foram feitas diluições desses fertilizantes em dois galões de água de cinco litros de forma separada para evitar incompatibilidades e precipitações de nutrientes conforme a recomendação de uso do fabricante. Cada fertilizante foi usado de forma integral em cada galão e o volume foi preenchido com água e depois foi feita a mistura. A solução concentrada é essencial para o cultivo, pois com ela não é preciso preparar uma nova solução sempre que for necessário recolocar nutrientes no sistema hidropônico, basta retirar uma alíquota igual de cada solução estoque para compor a solução nutritiva final. Essas alíquotas devem ser iguais para garantir que as plantas receberão os nutrientes em equilíbrio. Dessa maneira, esses galões da solução estoque foram armazenados em um local seco e arejado e fora do contato com a luz, para evitar o desenvolvimento de algas.

Figura 14 – Soluções estoque A e B e os fertilizantes químicos.



Arquivo pessoal (2020)

Para realizar a medição da condutividade elétrica do fluido foi utilizado um medidor de condutividade elétrica e de temperatura. A medição foi feita todos os dias pela manhã utilizando o medidor de condutividade elétrica em contato com a solução presente no reservatório. Durante essas medições também foram feitas medições de pH da solução para garantir que as alfaces recebessem de fato os nutrientes necessários para o seu

desenvolvimento. Para isso, foi usado o pHmetro de bolso que funciona de forma similar ao medidor de Condutividade elétrica, sendo necessário colocar o seu sensor em contato com a água (Figura 15). A faixa ideal de pH da solução é de 5,5 a 6,5 e após terem sido feitas as medições, nos casos em que o pH esteve acima dessa faixa, foi usado um ácido fosfórico para reduzi-lo, e nos casos em que o pH esteve abaixo da faixa foi usado um bicarbonato de sódio para aumentá-lo (FURLANI *et al.*, 2009b). Após esses passos, ambos os medidores eram lavados com água destilada para garantir a conservação desses equipamentos, já que as partes que ficam em contato com a solução podem sofrer degradações por conta dos sais presentes.

A captação dos valores de condutividade elétrica foi feita através do contato do sensor do aparelho com o fluido e os dados são mostrados em ppm e a temperatura em °C. Após ser feita a medição diária a reposição ou não de nutrientes era feita de acordo com a concentração de sais do reservatório e sempre observando as condições climáticas para a tomada de decisão. Para aumentar a condutividade elétrica e deixá-la dentro da faixa ideal foi colocada uma alíquota com uma certa quantidade retirada da solução estoque. Depois foi feita uma mistura no reservatório e uma nova medição para determinar se a condutividade elétrica estava na faixa correta, caso não estivesse era só repetir esse passo. Nos casos em que a condutividade elétrica esteve acima da faixa, foi aumentado o volume de água do reservatório para diluir a solução.

A condutividade elétrica (EC) da solução nutritiva usada no início da fase jovem das plantas foi na faixa de 700 a 800ppm ou 1,4mS/cm a 1,6mS/cm (FURLANI *et al.*, 2009b). Essa EC é a ideal para a cultura da alface nessa fase de desenvolvimento inicial da muda, mas isso também depende das condições climáticas, pois em dias de temperaturas elevadas o ideal é abaixar a condutividade para que a planta consiga se hidratar melhor e em dias de temperaturas menores é possível aumentar a condutividade para que ela absorva ainda mais nutrientes e se desenvolva mais (FURLANI *et al.*, 2009b). A medida que a planta foi crescendo e se desenvolvendo a faixa de EC também aumentou, após 30 dias de cultivo com as plantas já adultas a faixa de EC ficou entre 900 a 1000ppm ou 1,8mS/cm a 2mS/cm.

Figura 15 – Equipamentos e insumos para controle da solução nutritiva



Arquivo pessoal (2020)

### 3.4 Coletas e análise laboratorial

Assim, ao final da produção, foram coletadas 3 amostras em cada uma das 4 coletas espaçadas em cerca de 10 dias para a determinação do teor de nutrientes das plantas. As coletas ocorreram 41, 50, 62 e 71 dias após o transplante. A escolha das amostras foi feita

com o critério de retirar pelo menos uma amostra de cada perfil, já que a posição dos perfis influencia na interceptação de luz pelas plantas e conseqüentemente no seu crescimento e desenvolvimento. Após a coleta as amostras foram separadas em 3 partes: parte aérea, caule e raiz e colocadas em saquinhos de papel com identificações, totalizando então 9 amostras por coleta. Após esse processo, as amostras de alfaces frescas foram levadas ao laboratório de nutrição de plantas da UFLA para pesagem de cada uma das amostras para determinar seu peso fresco (Figura 16). Todas as amostras foram secas em estufa de circulação de ar a 65°C por 72 horas. Posteriormente essas amostras foram pesadas e moídas em um moinho (Figura 17). A determinação dos principais macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (Cu, Fe, Mn, Zn) para a alface foram feitas por meio do método de digestão nítrico-perclórica, e para a determinação do N foi usado o método Semi-micro-Kjeldahl conforme metodologias compiladas por (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). E para a análise estatística dos dados, foi feita uma média entre os valores das 3 amostras de cada parte da planta, em cada tratamento e com isso foi realizado o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) através do software Sisvar (FERREIRA, 2008).

Figura 16 – 1ª coleta e procedimentos iniciais em laboratório



Arquivo pessoal (2021)

Figura 17 – Processos de secagem e moagem das amostras



Arquivo pessoal (2021)

## **4 Resultados e Discussão**

### **4.1 Custo de implantação e produção da hidroponia**

O preço total dos materiais usados na construção foi de R\$1.004,96 de acordo com a cotação em comércio local em julho de 2020. Já o preço total dos insumos foi de R\$200,00 de acordo com a cotação feita no site "<https://www.brunopalmahidroponia.com.br/>" em julho de 2020. Essas cotações estão descritas na (Tabela3) e (Tabela 4). Cabe ressaltar que foi feita uma escolha de utilização de materiais que possibilitam um maior crescimento e desenvolvimento das plantas, além de favorecerem a durabilidade da construção.

**Tabela 3 – Cotação dos materiais utilizados na parte estrutural**

<b>Material</b>	<b>Unidade</b>	<b>Tipo</b>	<b>Comprimento</b>	<b>Preço unitário</b>
Cano PVC	2	100mm	4m	R\$60,00
Joelho PVC	7	100mm	-	R\$5,00
Tampa PVC	2	100mm	-	R\$7,00
Anel de vedação	14	100mm	-	R\$3,00
Forro PVC	2	200mm	4m	R\$26,00
Eletrobomba (máquina de lavar)	1	-	-	R\$51,00
Cano de 32mm	1	32mm	6m	R\$15,00
Joelho PVC 32mm	7	32mm	-	R\$2,00
Mão francesa	16	145x190x100mm	190mm	R\$3,75
Luva	3	100mm	-	R\$16,00
Flange	1	32mm	-	R\$17,00
Luva	2	32mm	-	R\$2,50
Reservatório de água (Polietileno)	1	50L	-	R\$100,00
Tela de sombreamento (50%)	1	4x4m	4m	R\$50,00
Plástico difusor 150 micras	1	4x4m	4m	R\$79,00
Metalon	4	6m	1,10m	R\$28,00
Ripas de madeira	8	-	1,10	R\$2,80
Timer analógico	1	-	-	R\$35,00
Fita metalizada	3	-	45m	R\$6,00
Isca armadilha Amarela	2	300x120mm	-	R\$9,00
Isca armadilha Azul	2	300x120mm	-	R\$7,00
Cola PVC	1	-	-	R\$3,60
União 1 polegada	2	32mm	-	R\$9,00
Parafusos	32	4,8x50 mm	-	R\$0,35
Bucha	32	8mm	-	R\$0,13
Lixa	1	-	-	R\$5,00
Registro PVC	2	32mm	-	R\$8,90
Adaptador	2	32mm	-	R\$2,90

Tabela 4 – Cotação dos insumos

Insumo	Unidade	Medidas	Preço unitário
Mudas	55	-	R\$0,20
Solução nutritiva	1	1000L	R\$35,00
Medidor de pH	1	-	R\$50,00
Medidor de condutividade elétrica	1	-	R\$39,00
Água destilada	1	5L	R\$10,00
Óleo de Neem	1	500ml	R\$20,00
Ácido fosfórico (85%)	1	100ml	R\$19,00
Bicarbonato de sódio	1	100ml	R\$13,00
Copos plásticos	55	200ml	R\$0,06

Site "brunopalmahidroponia.com.br" em janeiro de 2022

Do total de insumos, todos esses produtos devem ser repostos sempre que acabarem, porém materiais como os medidores de pH e de condutividade elétrica possuem boa durabilidade se forem bem conservados. A qualidade dos materiais estruturais utilizados são de boa qualidade e duram no tempo. No caso do plástico difusor, o material de polietileno tem duração em torno de 2 anos, sendo necessário se atentar a essa validade, pois a não utilização da cobertura pode trazer diversos problemas por conta do clima, como doenças e pragas. Ainda, a medida que o plástico envelhece há o aumento de poeira em sua superfície, sendo mais difícil a passagem de luz para as plantas (STEIDLE NETO *et al.*, 2008). Outros materiais como a mão francesa de chapa de aço carbônico apresentam boa durabilidade por conta do material, diferente de uma mão francesa de madeira por exemplo que pode durar menos em contato com o sol e a chuva. Logo, tudo isso deve ser avaliado e planejado antes do início da construção do sistema hidropônico.

É importante ressaltar que insumos próprios para hidroponia são difíceis de encontrar em comércios locais como casas de vegetação etc., porém em comércios eletrônicos como websites especializados na área é possível encontrar diversas ofertas com facilidade. Ainda, apesar de alguns insumos como ácidos e bases estarem disponíveis em comércios locais, não é comum encontrá-los em quantidades baixas que são mais úteis para agricultores caseiros.

No mercado existem opções de hidroponias caseiras prontas. Uma das opções é um kit comercializado pela "Hidrogood - Horticultura Moderna" com o preço de R\$650,00 em cotação feita em janeiro de 2022 (Figura18). Outra opção é a mini bancada da "Hortivinyl" com preço médio de R\$1100,00 (Figura18).

Figura 18 – Opções alternativas de bancadas de produção hidropônica



Site [hidrogood.com.br](http://hidrogood.com.br) e [www.hortivinyl.com.br](http://www.hortivinyl.com.br)

Apesar de a opção da Hidrogood ser mais barata que a hidroponia desse trabalho, ela tem uma capacidade de produção inferior, sendo possível produzir cerca de 14 a 20 plantas segundo a empresa. A mini bancada da Hortivinyl apesar de ter um preço superior às outras duas opções, tem capacidade de 29 plantas segundo a empresa, porém ainda sim é um número bem inferior à hidroponia desse trabalho que possibilita a produção de 56 plantas adultas. Ambas bancadas possuem o reservatório de água, bomba e solução nutritiva. O produto da Hidrogood já vem com sementes e o da Hortivinyl já vem com o temporizador. É importante salientar que essas bancadas não possuem nenhum tipo de cobertura para proteção contra intempéries como a chuva e o sol, por isso nessas opções as plantas podem sofrer mais com pragas e doenças, caso não seja criada uma cobertura com plástico filme e tela de sombreamento.

Tendo em vista o custo dessas três opções, os materiais e a capacidade produtiva, a

hidroponia caseira construída nesse trabalho se mostra como uma opção bastante viável tanto para quem pretende produzir para consumo próprio, quanto para quem pretende comercializar. A opção criada no presente trabalho pode ser replicada e expandida para locais maiores com fins de atender um público grande e gerar receita a partir disso. Ao mesmo tempo que é possível criar uma hidroponia com capacidade menor de plantas para abaixar os custos de implantação e produção.



## 4.2 Qualidade nutricional das alfaces em diferentes épocas de colheita

**Tabela 5 – Teores de nutrientes na parte aérea, caule e raízes das plantas de alface em diferentes épocas de colheita.**

Coletas	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
<b>Parte aérea – g Kg<sup>-1</sup></b>						<b>Parte aérea – mg Kg<sup>-1</sup></b>				
41 DAT	49,50a	9,52a	68,37a	9,97a	4,09a	2,88a	8,76a	231,26a	105,70a	52,76a
50 DAT	47,26a	11,28a	70,78a	12,81ab	5,49b	3,21ab	8,96a	313,50ab	134,56ab	55,53ab
62 DAT	46,76a	11,97a	71,17a	15,94b	5,81b	4,06b	13,00a	340,36ab	136,73ab	74,23c
71 DAT	38,63a	11,38a	72,57a	19,58c	6,56b	3,99b	11,76a	439,20b	173,93b	72,40bc
C.V. (%)	10,01	10,99	3,11	9,41	9,26	9,95	18,15	20,8	12,13	10,43
<b>Caule – g Kg<sup>-1</sup></b>						<b>Caule – mg Kg<sup>-1</sup></b>				
41 DAT	38,40a	7,70a	41,46a	3,62a	2,97a	1,94a	11,46a	65,26a	25,26a	48,70a
50 DAT	39,23a	13,64b	67,92b	6,52ab	5,62b	3,54b	22,6b	109,96ab	46,40b	69,40ab
62 DAT	43,96ab	15,21b	67,04b	8,91bc	6,26b	3,58bc	22,93b	145,30b	46,10b	70,70ab
71 DAT	48,26b	16,31b	68,09b	11,56c	6,14b	4,59c	25,73b	152,80b	46,66b	76,93b
C.V. (%)	6,88	9,26	14,12	18,97	8,93	11,43	11,62	23,48	13,51	13,59
<b>Raízes– g Kg<sup>-1</sup></b>						<b>Raízes– mg Kg<sup>-1</sup></b>				
41 DAT	38,96a	47,58a	51,72a	47,06a	6,81b	7,74a	51,46a	540,63a	312,00a	73,66a
50 DAT	34,40a	35,70a	64,70a	31,27a	7,16b	9,14ab	62,63ab	988,53ab	305,33a	85,60a
62 DAT	39,43a	32,24a	66,78a	25,92a	6,33ab	10,80bc	81,26b	1422,56ab	220,63a	67,60a
71 DAT	43,10a	42,68a	63,61a	40,96a	5,23a	12,14c	125,70c	2328,13b	238,46a	52,36a
C.V. (%)	13,83	18,32	11,42	31,02	6,77	11,27	9,75	50,78	27,23	22,13

Dados coletados nas análises laboratoriais

Foi observado que de acordo com a análise estatística dos dados pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) não houve diferença significativa entre o teor de N na parte aérea nos diferentes dias após o transplante (DAT). Ainda, de modo geral todos os valores de N na parte aérea são considerados ideais se comparados com (RAIJ *et al.*, 1997) que consideram como adequados teores de N na faixa de 30 a 50 g Kg<sup>-1</sup>. Ademais, os valores foram muito superiores aos encontrados por (ALMEIDA *et al.*, 2011) de 23,2 g kg<sup>-1</sup> em que as alfaces nutridas com solução nutritiva foram colhidas 56 DAT. Esses valores de N contribuíram positivamente para o crescimento e desenvolvimento das alfaces, pois de acordo com (MASCARENHAS *et al.*, 2008) a alface responde muito bem à adubação nitrogenada.

O teor de fósforo na parte aérea com média de 11,03 g Kg<sup>-1</sup> entre as coletas ficou acima da faixa recomendada por (RAIJ *et al.*, 1997) de 4 a 7 g Kg<sup>-1</sup> e acima dos valores encontrados por (ALMEIDA *et al.*, 2011) 5,4 g Kg<sup>-1</sup>. Esses valores maiores podem ter relação com o fato de que na hidroponia a absorção de P pela planta é muito facilitada em relação ao cultivo convencional em que o solo disputa com a planta o P disponível. Os teores de P nas raízes e na parte aérea não tiveram diferença significativa nas diferentes épocas de colheita, já no caule houve um aumento nas últimas coletas em relação à coleta de 41 DAT. (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997) considera o P muito importante às plantas, principalmente no sistema radicular já que ele faz parte da molécula de ATP, participa da fotossíntese, multiplicação e divisão celular.

Em todas as coletas os teores de K da parte aérea ficaram dentro da faixa recomendada por (RAIJ *et al.*, 1997) de 50 a 80 g Kg<sup>-1</sup> e muito acima dos valores encontrados por (ALMEIDA *et al.*, 2011) de 58,9 g Kg<sup>-1</sup>. Isso é ótimo, pois de acordo com (ALMEIDA *et al.*, 2011) a omissão de K causa uma diminuição significativa da absorção dos outros macronutrientes em relação a uma solução nutritiva com todos os nutrientes.

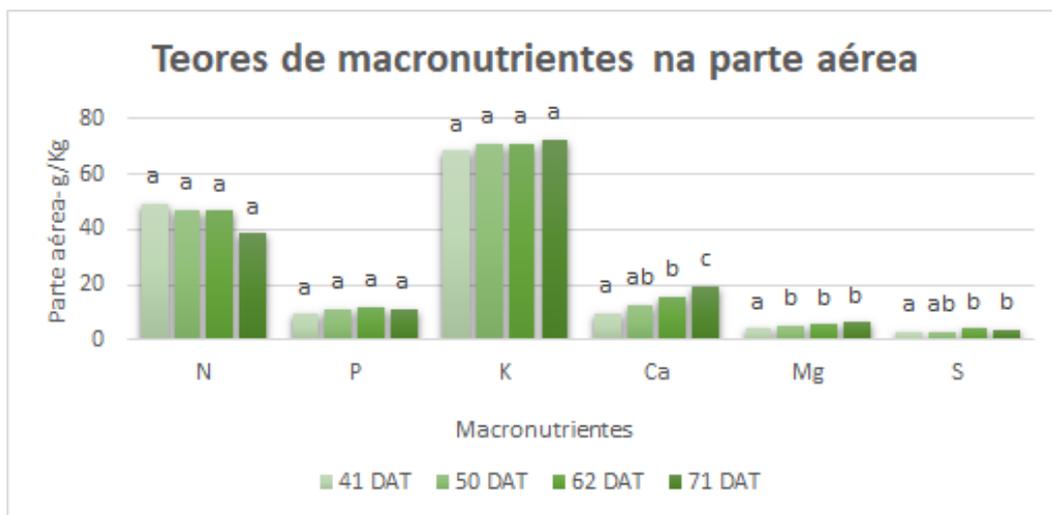
O teor de Ca nas raízes em todas as coletas teve uma média de 36,30 g Kg<sup>-1</sup> não diferindo estatisticamente. Já os teores de Ca na parte aérea estão dentro da faixa recomendada por (RAIJ *et al.*, 1997) de 15 a 25 g Kg<sup>-1</sup> nos 62 DAT e 71 DAT e acima dos valores encontrados por (ALMEIDA *et al.*, 2011) de 12,1 g Kg<sup>-1</sup>.

Os teores de Mg da parte aérea ficaram dentro da faixa recomendada por (RAIJ *et al.*, 1997) de 4 a 6 g Kg<sup>-1</sup> em todas as coletas. Os valores foram similares aos de (ALMEIDA *et al.*, 2011) com 5,5 g Kg<sup>-1</sup>. Na raiz, o Mg foi o único elemento que ao longo do tempo diminuiu, porém esse mesmo nutriente teve um aumento ao longo do tempo tanto na folha quanto no caule, isso pode ter relação com o fato do Mg ser um elemento móvel na planta. O Mg é um elemento muito importante para o processo da fotossíntese e ainda participa de diversas reações como ativador de enzimas e balanço eletrolítico (ALMEIDA *et al.*, 2011).

O S é muito importante para plantas e seres humanos pois é constituinte dos aminoácidos cistina, metionina e cisteína (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). Os teores de S na parte aérea em todas as coletas ficaram muito acima da faixa recomendada por (RAIJ *et al.*, 1997) de 1,5 a 2,5 g Kg<sup>-1</sup> e parecidos com o valor encontrado por (ALMEIDA *et*

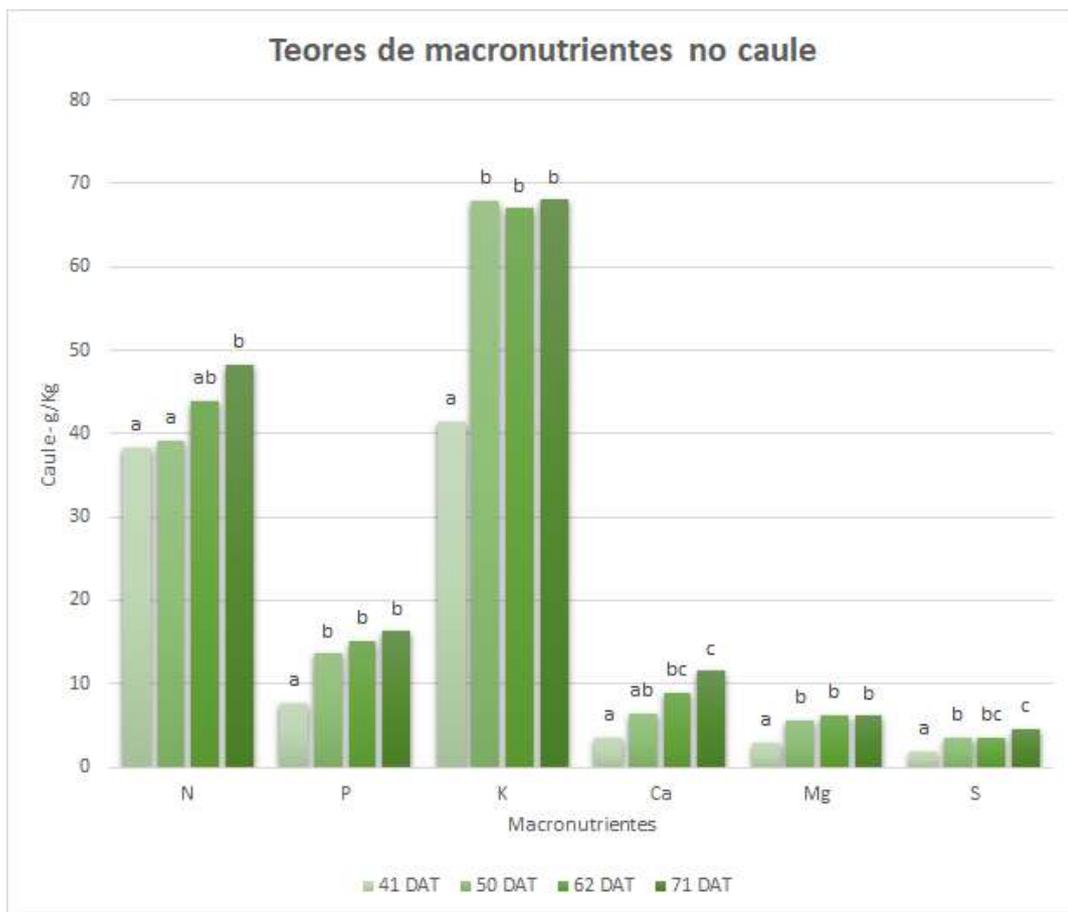
*al.*, 2011) de 3,2 g Kg<sup>-1</sup>. Ainda, houve um aumento na absorção desse nutriente ao longo do tempo nas coletas do caule, raiz e parte aérea. A deficiência de enxofre pode causar uma grande perda de massa, pois assim como todos os outros nutrientes essenciais à alface ele é muito importante para o desenvolvimento da planta (ALMEIDA *et al.*, 2011).

**Figura 19 – Teores de macronutrientes na parte aérea nas diferentes coletas.**



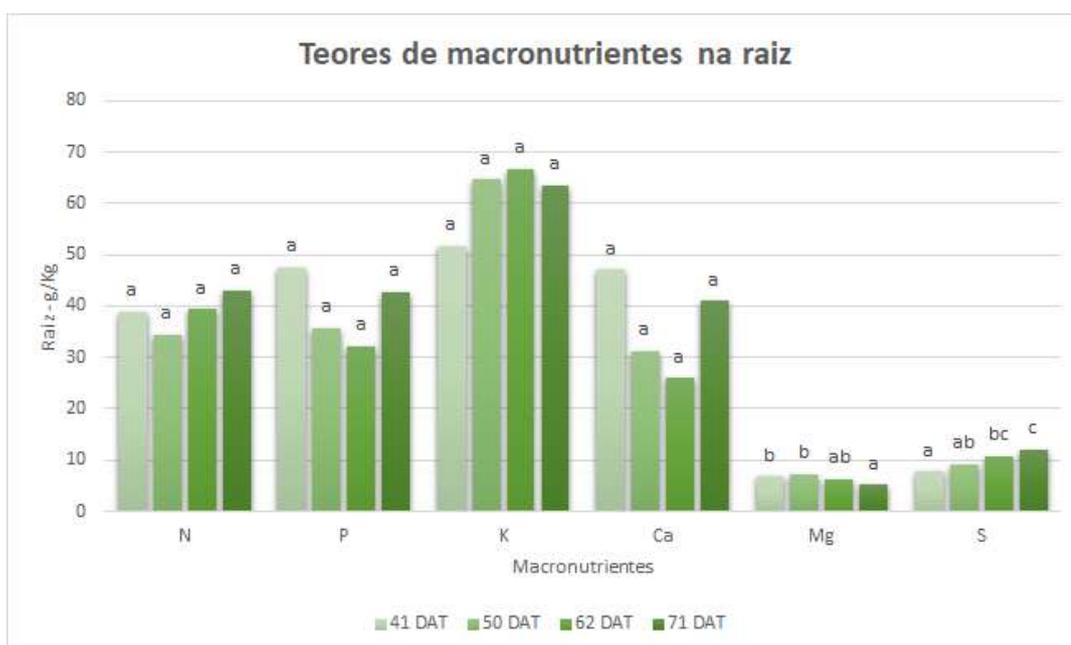
Dados coletados nas análises laboratoriais

Figura 20 – Teores de macronutrientes no caule nas diferentes coletas.



Dados coletados nas análises laboratoriais

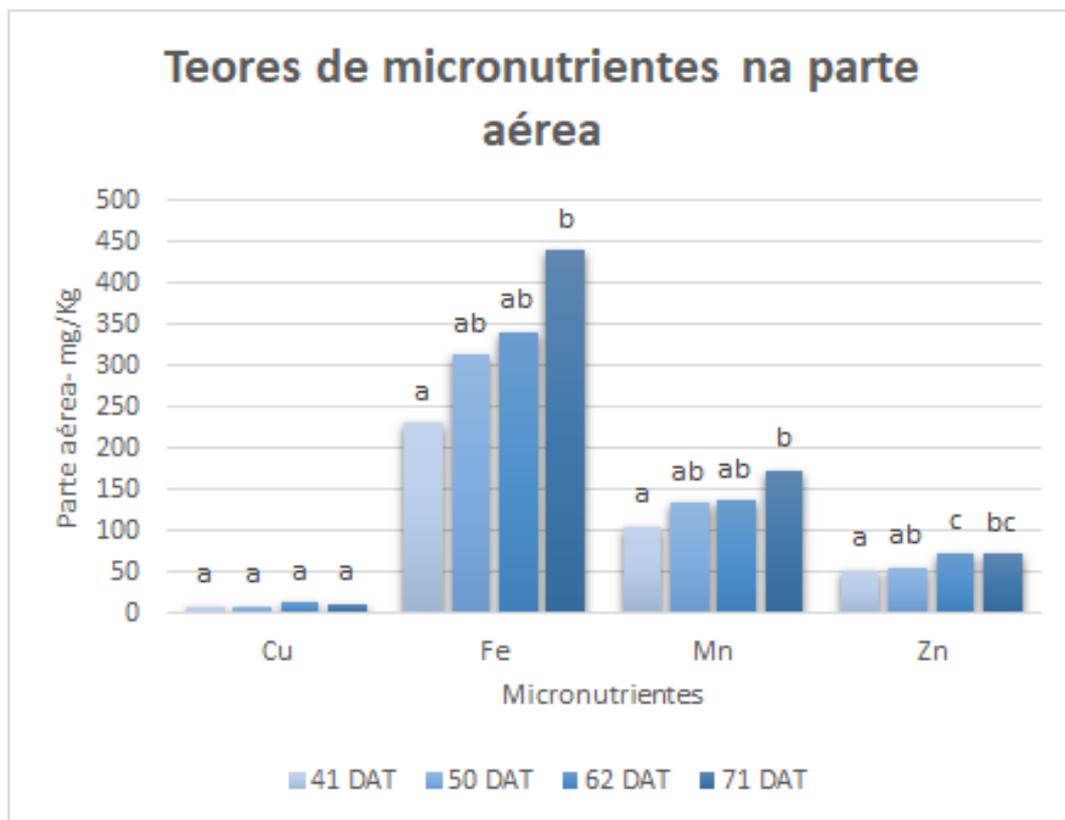
Figura 21 – Teores de macronutrientes na raiz nas diferentes coletas.



Dados coletados nas análises laboratoriais

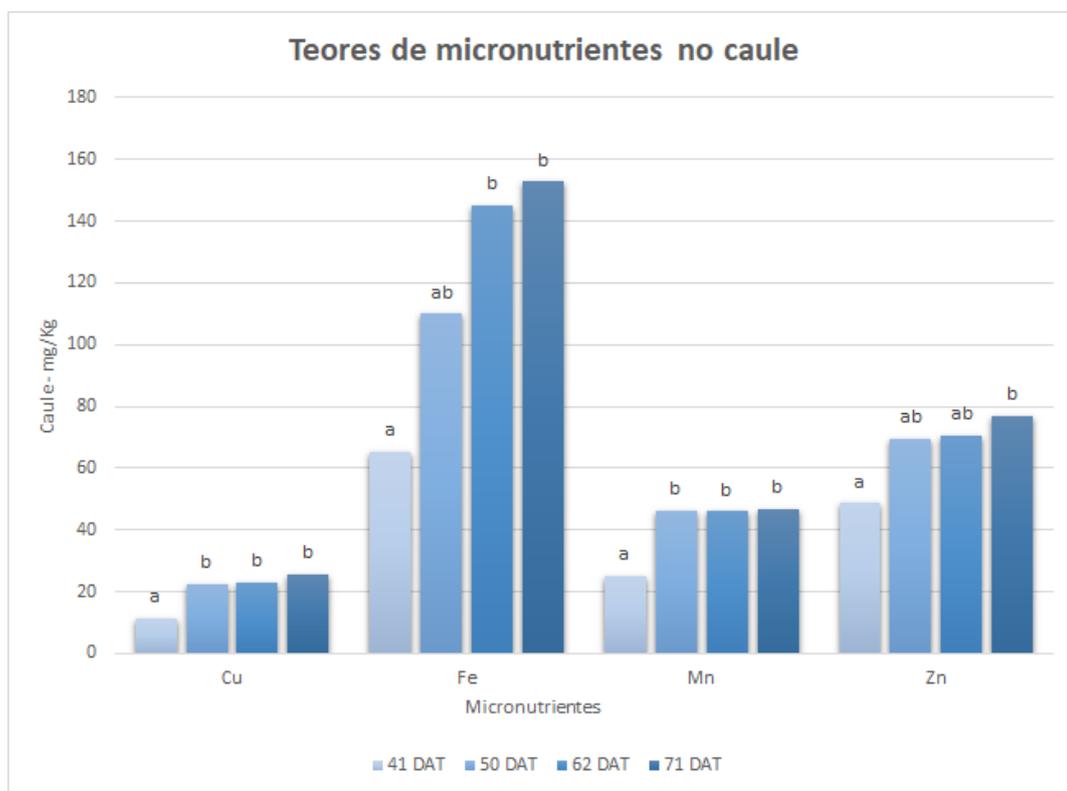
Os micronutrientes tiveram os valores médios das coletas da parte aérea dentro da faixa recomendada por (RAIJ *et al.*, 1997) com exceção do Fe que ficou com valor médio de  $\text{mg Kg}^{-1}$  bem acima da faixa recomendada de 50 a  $150 \text{ mg Kg}^{-1}$  e dentro da faixa dos valores observados por (GARCIA, 1982) com teores entre 200 e  $500 \text{ mg Kg}^{-1}$ . Esses micronutrientes são participantes do grupo ativo de enzimas, da fotossíntese e possuem outras importâncias individuais (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Figura 22 – Teores de micronutrientes na parte aérea nas diferentes coletas.



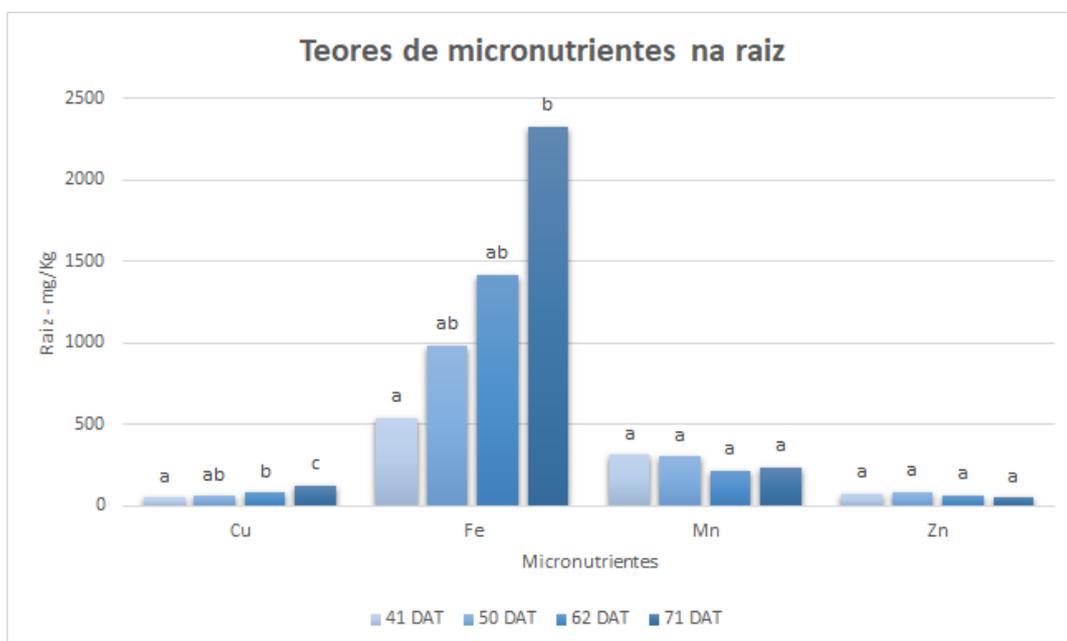
Dados coletados nas análises laboratoriais

Figura 23 – Teores de micronutrientes no caule nas diferentes coletas.



Dados coletados nas análises laboratoriais

Figura 24 – Teores de micronutrientes na raiz nas diferentes coletas.



Dados coletados nas análises laboratoriais

A extração de nutrientes da parte aérea seguiu a seguinte ordem decrescente: K>N>Ca>P>Mg>S>Fe>Mn>Zn>Cu e se assemelha a sequência encontrada por (SAN-

CHEZ; ARAÚJO; BLAT, 2007) em hidroponia: K>N>Ca>Mg>P>S>Fe>Mn>Zn>Cu, diferindo apenas na posição do P e do Mg. A sequência foi a mesma para os macronutrientes encontrada em hidroponia por (FURLANI, 1995): K>N>Ca>P>Mg>S e apenas um pouco diferente para a sequência encontrada por (ALMEIDA *et al.*, 2011) em vasos com solução nutritiva: K>N>Ca>Mg>P>S.

De maneira geral, as plantas acumularam muito mais nutrientes no caule nas colheitas mais tardias, e isso também foi visto na prática com uma simples análise visual qualitativa do desenvolvimento do caule, como na (Figura 25). Quando a planta de alface começa a sair da fase vegetativa para a fase reprodutiva o desenvolvimento do caule é maior e esse é um dos parâmetros que indicam essa passagem. O aumento na absorção de cálcio nos 71 DAT em relação aos 41 DAT foi muito significativo, e esse elemento é um dos principais constituintes da parte estrutural da alface e atua na maioria dos processos de crescimento, desenvolvimento e reprodução da planta (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001).

**Figura 25 – Diferença visual do caule nas diferentes épocas de colheita após o transplântio**

Arquivo pessoal (2021)

Todos esses parâmetros relacionados ao desenvolvimento do caule são importantes para definir melhor a época ideal de colheita. Como os nutrientes da parte aérea de forma geral ficaram com teores ideais de acordo com a literatura, uma colheita da produção visando o consumo ou comércio poderia ser feita antes dos 71 DAT, pois os teores de nutrientes nas alfaces mostram que à medida que a planta foi envelhecendo ela investiu muito na absorção de nutrientes no caule. Ainda, foi observado que nas duas últimas coletas a incidência de pragas, doenças e de folhas velhas aumentou visivelmente em relação as duas primeiras coletas. Como o objetivo final da comercialização ou consumo próprio de alfaces são as folhas, não faz sentido continuar o gasto com insumos e esperar mais pela colheita. Porém, esses parâmetros não devem ser levados em conta de forma isolada para a definição da época de colheita, eles são apenas parte de um todo. É importante se atentar ao padrão comercial requerido como o porte, tamanho ideal, aparência etc.

## **5 Conclusão**

A criação de uma hidroponia caseira se mostrou viável tendo em vista as outras opções disponíveis no mercado e o custo de implantação e produção.

As alfaces da cultivar Vanda apresentaram bons indicadores de uma planta nutritiva de alface para consumo, independente da época de colheita.

## Referências

- ALMEIDA, T. B. F. de *et al.* Avaliação nutricional da alface cultivada em soluções nutritivas suprimidas de macronutrientes. **Revista Biotemas**, v. 24, p. 27 – 36, junho 2011. ISSN 2175-7925. Acesso em: 12/02/2022.
- ALVES, M. S. *et al.* Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, sciELO, v. 15, p. 491 – 498, 05 2011. ISSN 1415-4366. Disponível em: <http://www.scielo.br/scieloOrg/php/articleXML.php?lang=en&pid=S1415-43662011000500009>.
- ANDRADE, J. W. de S. *et al.* Utilização de diferentes filmes plásticos como cobertura de abrigos para cultivo protegido. **Acta Scientiarum. Agronomy**, sciELO, v. 33, p. 437 – 443, 09 2011. ISSN 1807-8621. Disponível em: <http://www.scielo.br/scieloOrg/php/articleXML.php?lang=en&pid=S1807-86212011000300008>.
- ANUÁRIO BRASIL HIDROPONIA. Anuário. Revista Hidroponia, Novo Hamburgo, n. 1<sup>a</sup> edição, p. 1 – 152, 2018.
- AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de. Agricultura orgânica em áreas urbanas e periurbanas com base na agroecologia. **Ambiente & Sociedade**, sciELO, v. 10, p. 137 – 150, 06 2007. ISSN 1414-753X. Disponível em: <http://www.scielo.br/scieloOrg/php/articleXML.php?lang=pt&pid=S1414-753X2007000100009>.
- CASTRO, E. **Óleo de neem concentrado**. 2021. Disponível em: <https://revistacamponegocios.com.br/oleo-de-neem-concentrado/>. Acesso em: 01/02/2022.
- COMETTI, N. N.; GENUNCIO, G. da C.; ZONTA, E. (org.). **Hidroponia para técnicos**. 1. ed. Brasília: IFB, 2019. 157 p.
- FERREIRA, A. S. [locus.ufv.br/handle/123456789/6820](https://locus.ufv.br/handle/123456789/6820). 2015. 123 p. Dissertação (Pós graduação em Economia Aplicada) — Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/6820>. Acesso em: 11/01/2022.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. In: LAVRAS, 2., 2008. **Revista symposium**. [S.l.], 2008. v. 6, n. 2, p. 36 – 41.
- FURLANI, P. R. Cultivo de alface pela tecnica de hidroponia - NFT. p. 1 – 18, 1995.
- FURLANI, P. R. *et al.* Cultivo Hidropônico de Plantas Parte 1 - Conjunto hidráulico. 2009a. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2009\\_1/hidroponiap1/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/hidroponiap1/index.htm). Acesso em: 24/01/2022.
- FURLANI, P. R. *et al.* Cultivo Hidropônico de Plantas: Parte 2 - Solução Nutritiva. 2009b. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2009\\_2/hidroponiap2/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/hidroponiap2/index.htm). Acesso em: 24/01/2022.
- GARCIA, L. L. C. **Absorção de macro e micronutrientes e sintomas de carência de macronutrientes em alface (*Lactuca sativa* L.), cv. Brasil 48 e Clause's Aurélia**. 1982. 78 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Acesso em: 12/02/2022.

GENÚNCIO, G. da C. **Racionalização do Uso de Nutrientes para o Cultivo Hidropônico do Tomateiro**. 2005. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Agronomia) — Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Acesso em: 11/01/2022.

GOMES, L. D. **Tripes é problema na alface**. 2020. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/tripes-e-problema-na-alface/#:~:text=Os%20principais%20v%C3%ADrus%20que%20infectam,por%20diferentes%20esp%C3%A9cies%20de%20tripes>. Acesso em: 01/02/2022.

GUALBERTO, R.; RESENDE, F. V.; BRAZ, L. T. Competição de cultivares de alface sob cultivo hidropônico 'NFT' em três diferentes espaçamentos. **Horticultura Brasileira**, scielo, v. 17, p. 155 – 158, 07 1999. ISSN 0102-0536. Disponível em: <http://www.scielo.br/scieloOrg/php/articleXML.php?lang=en&pid=S0102-05361999000200016>.

KIST, B. B.; BELING, R. R. **Anuário brasileiro de Horti&Fruti 2021**. 2021. PDF em site. Disponível em: [https://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2021/04/HORTIFRUTI\\_2021.pdf](https://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2021/04/HORTIFRUTI_2021.pdf). Acesso em: 18/04/2022.

LONAX. **CONHEÇA OS DIFERENCIAIS DA HIDROPONIA VERTICAL**. 2019. Disponível em: <https://lonax.com.br/blog/conheca-os-diferenciais-da-hidroponia-vertical/>. Acesso em: 01/02/2022.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações** (1997). 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p. Acesso em: 03/01/2022.

MASCARENHAS, M. H. T. *et al.* Características da alface influenciadas por doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 80 – 82, Jul. Ago. 2008. Disponível em: [http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev\\_2/A936\\_T1428\\_Comp.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_2/A936_T1428_Comp.pdf). Acesso em: 12/02/2022.

MELONIO, N. **Hidroponia: conheça os prós e contra nesse tipo de cultivo**. 2012. Notícia online. Disponível em: <https://oeco.org.br/noticias/25959-hidroponia-conheca-os-pros-e-contra-nesse-tipo-de-cultivo/>. Acesso em: 20/01/2022.

QUEIROGA, R. C. F. *et al.* Produção de alface em função de cultivares e tipos de tela de sombreamento nas condições de Mossoró. **Horticultura Brasileira**, scielo, v. 19, p. 324 – 328, 11 2001. ISSN 0102-0536. Disponível em: <http://www.scielo.br/scieloOrg/php/articleXML.php?lang=en&pid=S0102-05362001000300006>.

RAIJ, B. van *et al.* Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. **BOLETIM TÉCNICO N.º 100**, Editora IAC, Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação, v. 2.ª edição, n. cap. 18, p. 157 – 185, 1997. ISSN 0100-3100. Acesso em: 12/02/2022.

RAVEN, P.; EVERT, R.; EICHHORN, S. A composição molecular das células vegetais. In: RAVEN, P.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. (ed.). **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. p. p. – 17–39.

SAKATA. **Cultivar Vanda**. 2020. Disponível em: <https://www.sakata.com.br/catalogo/catalogo#page/71>. Acesso em: 01/02/2022.

SANCHEZ, S. V. U.; ARAÚJO, J. A. C. de U.; BLAT, S. F. U. **Avaliação de cultivares de alface crespa produzidas em hidroponia tipo NFT em dois ambientes protegidos em Ribeirão Preto (SP)**. 2007. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual Paulista (UNESP). Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/96944>.

SANTOS, J. P. dos *et al.* Eficiência de armadilhas coloridas na captura de tripes em cultivo semi-hidropônico de morangueiro. **XII Encontro Brasileiro de Hidroponia e IV Simpósio Brasileiro de Hidroponia**, Florianópolis, Setembro 2018. ISSN 2448-1807. Disponível em: [https://www.encontrohidroponia.com.br/images/site/ANAIS\\_2018\\_Final.pdf](https://www.encontrohidroponia.com.br/images/site/ANAIS_2018_Final.pdf). Acesso em: 28/12/2021.

SILVA, E. M. N. da *et al.* Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura Brasileira**, sciELO, v. 29, p. 242 – 245, 06 2011. ISSN 0102-0536. Disponível em: <http://www.scielo.br/scieloOrg/php/articleXML.php?lang=en&pid=S0102-05362011000200019>.

SOUZA, M. da Conceição M de *et al.* Variabilidade genética para características agronômicas em progênies de alface tolerantes ao calor. **Horticultura Brasileira**, sciELO, v. 26, p. 354 – 358, 09 2008. ISSN 0102-0536. Disponível em: <http://www.scielo.br/scieloOrg/php/articleXML.php?lang=pt&pid=S0102-05362008000300012>.

SOUZA, N. A. D. **CAETÉ: Sistema hidropônico doméstico**. 2018. 85 p. Monografia (Desenho Industrial) — Universidade Federal Fluminense. Disponível em: [https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/7263/Natan%20Alc%3%a2ntara%20de%20Souza\\_TCC.DI.UFF.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/7263/Natan%20Alc%3%a2ntara%20de%20Souza_TCC.DI.UFF.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 27/01/2022.

STEIDLE NETO, A. J. *et al.* Razão entre radiação fotossinteticamente ativa e radiação global no cultivo do tomateiro em casa-de-vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, sciELO, v. 12, p. 626 – 631, 12 2008. ISSN 1415-4366. Disponível em: <http://www.scielo.br/scieloOrg/php/articleXML.php?lang=en&pid=S1415-43662008000600009>.

SUTTON, J. C. *et al.* Etiology and epidemiology of Pythium root rot in hydroponic crops: current knowledge and perspectives. **Summa Phytopathologica**, sciELO, v. 32, p. 307 – 321, 09 2006. ISSN 0100-5405. Disponível em: <http://www.scielo.br/scieloOrg/php/articleXML.php?lang=en&pid=S0100-54052006000400001>.

TEIXEIRA, N. **Hidroponia: uma alternativa para pequenas áreas**. Agropecuária, 1996. ISBN 9788585347031. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=xzgbYAAACAAJ>.