



IPG Politécnico
|da|Guarda
Polytechnic
of Guarda

RELATÓRIO DE PROJETO

Licenciatura em Energia e Ambiente

Beatriz Silveiro de Oliveira Fonseca

Hugo Alexandre Neto Figueira de Sousa

março | 2021





RELATÓRIO DE PROJETO

Licenciatura em Energia e Ambiente

Hidroponia – Técnica Sustentável de Cultivo

Beatriz Silveiro de Oliveira Fonseca

Hugo Alexandre Neto Figueira de Sousa

março/2021



Escola Superior de Tecnologia e Gestão
Instituto Politécnico da Guarda

Hidroponia – Técnica Sustentável de Cultivo

Beatriz Silveiro de Oliveira Fonseca
Hugo Alexandre Neto Figueira de Sousa

RELATÓRIO PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE LICENCIADA E LICENCIADO
EM ENERGIA E AMBIENTE

março/2021

“Adoramos a perfeição, porque não a podemos ter; repugná-la-íamos, se a tivéssemos.

O perfeito é desumano, porque o humano é imperfeito.”

(Fernando Pessoa)

Ficha de Identificação

Nomes:

Beatriz Silveiro de Oliveira Fonseca

Hugo Alexandre Neto Figueira de Sousa

Números de aluno:

1012384

1011045

E-mail:

biabf11@gmail.com

hugosousa436@hotmail.com

Estabelecimento de ensino:

Escola Superior de Tecnologia e Gestão - Instituto Politécnico da Guarda

Telefone: 271220100

E-mail: ipg@ipg.pt

Professor orientador:

Professor Doutor Rui António Pitarma Sabino Cunha Ferreira

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer em primeiro lugar à nossa família e amigos, pois sem eles nada disto seria possível. Obrigada por todo o apoio e carinho que nos deram ao longo de todo o nosso percurso académico.

Queremos agradecer também a todos os professores e funcionários do Instituto Politécnico da Guarda, que ao longo deste período se dispuseram a ensinar e a ajudar de todas as formas que foram possíveis.

Por fim, mas não menos importante, um especial agradecimento ao nosso docente orientador, Professor Doutor Rui António Pitarma Sabino Cunha Ferreira que recomendou este projeto e nos acompanhou ao longo de todo o processo.

Resumo

O presente relatório tem como objetivo, demonstrar o papel importante e o impacto que a hidroponia tem e poderá vir a ter no meio ambiente. A hidroponia é apresentada como uma alternativa sustentável e versátil, desde a sua aplicação em grandes produções agrícolas, até em pequenos cultivos para consumo próprio. Através do uso racional da água e da não utilização de solos, verifica-se que a técnica de cultivo hidropónica pode ser benéfica para a saúde ambiental e humana. A facilidade de aplicação das técnicas de hidroponia, tanto no meio urbano, como no rural, é um dos fatores determinantes para se adotar esta técnica. Neste relatório são abordados diversos conteúdos dentro do universo da hidroponia, entre os quais, os processos de cultivo hidropónico, as suas técnicas e a sua evolução ao longo da história. Além disso, é feita uma comparação entre a agricultura tradicional e a técnica agrícola hidropónica, assumindo que nesta surge um vínculo estratégico entre as problemáticas ambiental e económica para a produção de alimentos.

Abstract

This report aims to demonstrate the importance and impact of hydroponics in the environment. Hydroponics is presented as a sustainable and versatile alternative, both for the big and the small productions. Through the rational water usage and the non usage of the soils, we can verify that hydroponics techniques have benefits for both the environment and human health. Hydroponics techniques can be easily used in the cities and the countryside, making this an important factor to use these techniques. In the report we have several topics about the hydroponics' universe, such as hydroponics cultivation, techniques and evolution throughout history. Besides that, a comparison between traditional farming and hydroponics techniques is made, assuming that hydroponics techniques has a strategic link between environment and economics of the food production.

Índice

Ficha de Identificação	I
Agradecimentos	II
Resumo	III
Abstract	IV
Lista de Abreviaturas e Siglas	VII
Introdução	- 1 -
1. O que é a hidroponia?	- 2 -
2. Enquadramento Histórico	- 3 -
3. Como Funciona a Hidroponia?	- 6 -
4. Iluminação para a Hidroponia	- 8 -
5. Técnicas de Hidroponia	- 19 -
6. Os Segredos do Sucesso da Hidroponia	- 28 -
6.1. Análise da Água	- 28 -
6.2. pH e Tratamento da Água	- 28 -
6.3. Formulação, Mistura e Compatibilidade de Nutrientes	- 29 -
6.4. Controlo e Monitorização da Solução Nutritiva	- 30 -
6.4.1. Como controlar o pH e a Condutividade Elétrica?	- 31 -
6.5. Os 4 Fatores de Produção: Radiação, Temperatura, Humidade Relativa e Concentração de CO₂	- 31 -
6.5.1. Radiação	- 31 -
6.5.1.1. Radiação ultravioleta (UV)	- 31 -
6.5.2. Temperatura	- 33 -
6.5.3. Humidade Relativa	- 33 -
6.5.4. Concentração de Dióxido de Carbono (CO ₂)	- 34 -
7. Hidroponia e o Meio Ambiente	- 35 -
7.1. Hidroponia Vs. Agricultura Tradicional	- 38 -
8. Fazer hidroponia em casa	- 42 -
9. Caso de estudo	- 46 -
10. Considerações finais	- 52 -
Referências bibliográficas	- 53 -

Índice de Figuras

Figura 1- Cultivo hidropónico.	- 2 -
Figura 2- Jardins suspensos da Babilónia.	- 4 -
Figura 3- Sistema indoor.	- 7 -
Figura 4- Sistema outdoor.	- 7 -
Figura 5- Fase fotoquímica.	- 10 -
Figura 6- Ciclo de Calvin.	- 12 -
Figura 7- Iluminação artificial.	- 13 -
Figura 8- Fotómetro.	- 14 -
Figura 9- Horta com iluminação de Luzes de sódio de alta pressão (HPS).	- 16 -
Figura 10- Lâmpada de sódio de alta pressão (HPS).	- 16 -
Figura 11- Iluminação LED.	- 17 -
Figura 12- Sistema NFT.	- 20 -
Figura 13- Sistema NGS.	- 22 -
Figura 14- Sistema Semi-Hidropónico.	- 23 -
Figura 15- Sistema DFT.	- 24 -
Figura 16- Aquaponia.	- 25 -
Figura 17- Aeroponia.	- 27 -
Figura 18- Disponibilidade de água doce na Europa expressa em litros.	- 36 -
Figura 19- Consumos de água (em m ³) per capita por dia.	- 37 -
Figura 20- Desmatamento.	- 38 -
Figura 21- Mecanização da agricultura.	- 39 -
Figura 22- Pulverização de pesticidas.	- 40 -
Figura 23- Estrutura hidropónica.	- 46 -
Figura 24- Material adquirido.	- 47 -
Figura 25- Limpeza do material.	- 48 -
Figura 26- Limpeza do material (continuação).	- 48 -
Figura 27- Espuma fenólica.	- 49 -
Figura 28- Primeiras folhas.	- 50 -
Figura 29- Dois dias após terem sido expostas à luz solar.	- 50 -
Figura 30- Resultado da excessiva espera para os tubos de cultivo.	- 51 -

Índice de Tabelas

Tabela 1- Elementos essenciais para o crescimento das plantas.	- 6 -
Tabela 2- Teores dos macronutrientes essenciais considerados adequados para algumas culturas.	- 29 -
Tabela 3- Teores dos micronutrientes essenciais considerados adequados para algumas culturas.	- 30 -
Tabela 4- Diferenças entre cobertura normal vs. cobertura térmica.	- 33 -
Tabela 5- Dados sobre o crescimento do consumo de água no mundo.	- 37 -
Tabela 6- Preçário total para montar um sistema hidropónico em casa.	- 45 -

Lista de Abreviaturas e Siglas

Ácido Fosfoglicérico/Fosfoglicerato- PGA

Adenisona Trifostato- ATP

Adenosina Difosfato- ADP/ADP⁺

Água- H₂O

Aldeído Fosfoglicérico- PGAL

Bicarbonato- HCO³⁻

Carbonato- CO₃²⁻

Centímetro- cm

Condutividade Elétrica- CE

Descarga de Alta Intensidade- HID

Desp Film Technique- DFT

Díodos Emissores de Luz- LED

Dióxido de Carbono- CO₂

Estados Unidos da América- EUA

Fosfato de Dinucleótido de Nicotinamida e Adenina- NADP/NADPH/NADPH⁺

Fosfato Inorgânico- Pi

Glicose- C₆H₁₂O₆

Grau Celsius- °C

Hidrogénio- H

Hidróxido de Potássio- KOH

Hidróxido de Sódio- NaOH

Hora- h

Infravermelho- IR

Instituto Politécnico da Guarda-IPG

Litro- L

Microsiemens - μS

Milímetros- mm

Nanómetro- nm

New Growing System- NGS

Nutrient Film Technique NFT

Organização das Nações Unidas- ONU

Oxigénio- O₂

Parte por Milhão- ppm

Policloreto de Vinilo- PVC

Potencial Hidrogeniónico- pH

Protão – H⁺

Quilómetro- km

Radiação Ultravioleta- UV

Regeneração de Ribulose Difosfato- RuDP

Sódio de Alta Pressão- HPS

Sólidos Totais Dissolvidos- STD

Valor Metálico- MH

Watt- W

Introdução

O presente relatório descreve o projeto desenvolvido no âmbito da unidade curricular de Projeto da Licenciatura em Energia e Ambiente do Instituto Politécnico da Guarda.

Este projeto baseia-se numa técnica agrícola chamada hidroponia e na sua relação com a problemática ambiental do uso excessivo de água e de compostos químicos na agricultura convencional. Esta técnica não é apenas importante pelo fato de ser uma técnica para investigação hortícola e de produção de vegetais, mas também uma ferramenta forte no combate a vários problemas ambientais, associados á forte exploração agrícola mundial. Problemas esses, que incluem a contaminação dos solos e da água subterrânea, o uso excessivo e conseqüente desperdício de água na agricultura convencional e o nível de agroquímicos utilizados na mesma.

O processo de hidroponia apresenta outras vantagens em relação às formas de cultivo tradicionais, como por exemplo:

- Possibilidade de plantio fora de época;
- Menores riscos perante as adversidades climáticas;
- Proteção contra pragas e insetos;
- Rápido retorno económico.

A hidroponia é uma técnica alternativa de cultivo protegido, na qual o solo é substituído por uma solução aquosa contendo apenas os elementos minerais indispensáveis ao desenvolvimento dos vegetais. São fornecidos todos elementos minerais essenciais para o crescimento e o desenvolvimento das plantas, na medida exata e de forma constante.

Existem diversos tipos de sistemas de cultivo hidropónicos que se distinguem através da sustentação da planta ao reaproveitamento da solução nutritiva e ao fornecimento da solução nutritiva. Vale ressaltar que a escolha do sistema de cultivo hidropónico depende das condições locais, da planta a ser cultivada, dos materiais disponíveis e da viabilidade económica.

1. O que é a hidroponia?

A hidroponia é considerada uma técnica agrícola, através da qual se cultivam plantas sem a necessidade do solo (Figura1), onde os elementos minerais essenciais para o crescimento e o desenvolvimento das plantas são fornecidos através de uma solução nutritiva que fornece na medida exata e de forma constante todos os nutrientes que os vegetais necessitam.

A palavra hidroponia tem origem na Grécia, água (hidro) e trabalho (ponos), é o nome dado ao sistema de cultivo de plantas sem a necessidade de solo (terra) como meio de crescimento [1].

As plantas ficam em contato direto com a água ou ar extremamente húmido, que contém o aditivo dos nutrientes necessários para o desenvolvimento da planta. São fornecidos todos elementos minerais essenciais para o crescimento e o desenvolvimento das plantas, na medida exata e de forma constante [2].



Figura 1- Cultivo hidropónico. Fonte: [3]

2. Enquadramento Histórico

A técnica agrícola conhecida como hidroponia tem vindo, ao longo dos anos, a ser desenvolvida a partir de experiências laboratoriais com o objetivo de identificar as substâncias que compõem as plantas e as quais as fazem crescer e desenvolver.

Em concordância com [2 e 4], são conhecidos documentos, a partir do século XVII, com vários estudos e pesquisas que foram realizados para se verificar quais eram os nutrientes de que as plantas necessitavam no seu crescimento.

No entanto, a sua origem é muito antiga, o surgimento da hidroponia remonta às antigas civilizações egípcias, chinesas e pelos aztecas. A sua história remonta a 3000 a.C. na antiga Mesopotâmia, cujo nome procede da localização entre os rios Tigre e Eufrates, foi o local onde se encontrou vestígios de poços e canais para irrigação pela primeira vez na história nos Jardins Suspensos da Babilónia (Figura 2), que são uma das Sete Maravilhas do Mundo Antigo. Os agricultores cultivavam plantas em tigelas de barro cheias de pedras e água e penduravam-nas em cestos. A água do rio Eufrates foi canalizada e movida para cima através de uma série de rodas de água e, em seguida, foi enviada para os campos à volta do palácio. Todos os fatos históricos destas épocas, estão escritos em placas de argila, as quais foram encontradas em escavações arqueológicas, porém, nenhuma fala da existência dos Jardins Suspensos, apesar de descreverem com detalhes tanto a cidade, como o palácio real e dependências de órgãos de governo, centros de comércio, além das muralhas que cercavam a cidade.



Figura 2- Jardins suspensos da Babilónia. Fonte: [5]

A hidroponia teve um impulso enorme com a Segunda Guerra Mundial, com as forças armadas americanas a usarem a técnica para cultivar legumes frescos e abastecerem o seu exército. Os Estados Unidos estabeleceram um sistema de hidroponia por inundação e drenagem em várias ilhas áridas dos oceanos Pacífico e Atlântico. Ainda, foi criada em *Chofu* no Japão, uma unidade com mais de 22 hectares de hortaliças hidropónicas para alimentar o exército.

Entretanto, o uso da hidroponia em circunstâncias normais ainda não era economicamente viável. Após a guerra, em todo mundo não havia mais de 10 hectares com cultivo hidropónico. Na década de 60 o Canadá, grande produtor de tomates em estufa, começou a ter problemas com o cultivo devido à alta incidência e severidade de doenças provenientes do solo, e começaram a investir e a produzir estudos sobre a técnica.

O próximo passo da evolução da hidroponia aconteceu devido à crise e aumento do preço do petróleo na década de 70. O custo do combustível tinha influência direta sobre os ganhos dos produtores, pois eles usavam calefação nas suas estufas. Com isso, mais pesquisas foram direcionadas no campo da hidroponia, visando a diminuição dos custos de produção. No final dos anos 70 a hidroponia estava em expansão, mas contava apenas com 300 hectares em todo o mundo.

Hidroponia – Técnica Sustentável de Cultivo

O maior avanço da hidroponia ocorreu na década de 80 quando, na Holanda, com o uso contínuo durante muitos anos de adubação e pesticidas diretamente no solo nas estufas de cultivo houve contaminação das águas subterrâneas. Culminando com a proibição do uso dessas técnicas. Fizeram de tudo para evitar a contaminação do solo e da água, foi então que a hidroponia se consolidou como uma técnica de cultivo viável. A técnica de hidroponia mais utilizada foi com lâ de rocha alimentada por regas gota a gota.

Com o sucesso dos cultivos hidropônicos na Holanda, houve uma rápida expansão a nível mundial ultrapassando os 6000 hectares entre a Ásia, América do Sul, Austrália e EUA.

3. Como Funciona a Hidroponia?

Para perceber como funciona a hidroponia precisamos entender como as plantas crescem e se desenvolvem. As plantas crescem pelo processo chamado fotossíntese, no qual utilizam a luz do sol e clorofila (substância química presente nas folhas) para converter dióxido de carbono e água em glicose (fonte de energia) e oxigênio. Além disso ela precisa de nutrientes não minerais como o hidrogênio e o oxigênio, de macronutrientes (fósforo, cálcio, magnésio, enxofre, etc) e de micronutrientes (cloro, manganês, ferro, etc), como se pode constatar pela Tabela 1 [6].

Tabela 1- Elementos essenciais para o crescimento das plantas. Fonte: [7]

Elementos essenciais para o crescimento da planta			
Macronutrientes	Função	Micronutrientes	Função
Carbono (C)	Perfaz 50% da célula	Ferro (Fe)	São requeridos em quantidades muito pequenas, atuam nos mais diversos mecanismos de manutenção da planta e a carência de um deles pode acarretar um crescimento irregular ou deficitário na planta.
Hidrogênio (H)	Respiração celular e ATP	Manganês (Mn)	
Oxigênio (O)	Respiração celular e ATP	Boro (B)	
Azoto (N)	Proteínas, DNA/RNA e Vitaminas	Molibdênio (Mo)	
Fósforo (P)	DNA e fosfolídeos	Cobre (Cu)	
Potássio (K)	Regula abertura e fechamento do estoma	Zinco (Zn)	
Cálcio (Ca)	Regular o transporte de nutrientes e auxilia o funcionamento de enzimas	Cloro (Cl)	
Magnésio (Mg)	Clorofila	Níquel (Ni)	
Enxofre (S)	Faz parte de alguns aminoácidos (cisteína)	Cobalto (Co)	
		Silício (Si)	

Num sistema convencional de plantio em terra, os macro e micronutrientes estão presentes no solo e chegam pela raiz das plantas, os não minerais estão presentes na água e no ar-atmosférico. Num sistema hidropônico os macronutrientes são adicionados diretamente na água, que por sua vez está em contato com a raiz das plantas, servindo como meio para levar todos os não minerais e minerais necessários para a planta.

Hidroponia – Técnica Sustentável de Cultivo

Com a hidroponia existe também a possibilidade de cultivar plantas sem a necessidade do sol, popularmente chamado de cultivo “*indoor*”, através de diferentes lâmpadas de cultivo é produzida a luz necessária para as plantas.

Resumidamente um sistema hidropônico precisa da fonte de luz, seja ela artificial (Figura 3) ou natural (Figura 4), de nutrientes misturados na água e de uma maneira de levar esses nutrientes até a raiz.



Figura 3- Sistema indoor. Fonte: [8]



Figura 4- Sistema outdoor. Fonte: [9]

4. Iluminação para a Hidroponia

A influencia no crescimento das plantas

As plantas crescem pelo processo chamado fotossíntese que se designa por um processo pelo qual ocorre a conversão da energia solar em energia química para realização da síntese de compostos orgânicos. A fotossíntese é a principal responsável pela entrada de energia na biosfera e é realizada por organismos denominados fotossintetizantes, como plantas e algas.

Estes seres vivos captam compostos inorgânicos do meio como água e dióxido de carbono e ao utilizar a energia solar produzem compostos orgânicos muito ricos em energia.

De uma forma geral a reação química de fotossíntese pode resumir-se a:



A energia radiante, luz, é formada por partículas, os fótons, que se propagam sobre a forma de ondas com diferentes comprimentos de onda. Embora os comprimentos de onda possam variar de nanómetros a metros, os pigmentos das plantas podem usar apenas comprimentos de onda específicos. A maioria desses comprimentos de onda úteis que ocorrem entre 400 e 700 nm no espectro.

Os fótons são partículas energéticas que quando atingem um átomo, um dos elétrons salta para um nível de energia superior, diz-se que esse elétron se encontra excitado. Quando a clorofila absorve luz, os seus elétrons passam para níveis de energia superiores, e ao voltarem posteriormente ao nível de energia inicial libertam energia sobre a forma de calor ou luz (fluorescência).

Em alternativa os elétrons excitados podem ser cedidos a outras moléculas, conduzindo uma reação fotoquímica em que a molécula que perdeu o elétron ficou oxidada e a que recebeu ficou reduzida. Ocorrendo então uma reação de oxidação-redução.

Outros dos intervenientes da fotossíntese, além da luz é a água, esta vai doar H^+ para reações que mais a frente se vai falar, libertando O_2 para a atmosfera, assim o oxigénio

que as plantas libertam para a atmosfera é proveniente da degradação da molécula de água durante a fotossíntese [10].

O CO₂ usado pelos seres fotossintéticos é capturado da atmosfera, e vai ser incorporado nos compostos orgânicos sintetizados pelos seres fotossintéticos. Sabe-se hoje em dia que embora a luz seja necessária para iniciar o processo de fotossíntese, a incorporação de CO₂ não é diretamente dependente da luz, pois este processo prolonga-se na escuridão.

Existem duas fases na fotossíntese:

- Fase Fotoquímica - em que ocorrem reações dependentes da luz;
- Fase Química - em que ocorrem reações não dependentes da luz.

Fase Luminosa

Segundo [29], quando a clorofila é atingida pela luz, origina-se uma corrente de eletrões que se prolonga ao longo de uma série de proteínas que se dispõem ao longo da membrana interna do cloroplasto, formando uma cadeia transportadora de eletrões.

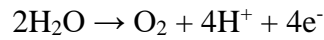
A passagem dos eletrões pelas proteínas transportadoras liberta energia que vai ser utilizada para formar ATP¹ a partir de moléculas de ADP e de um grupo fosfato livre (Pi).

Diz-se, então, que há transformação da energia luminosa em química, pois a energia dos fotões que fez os eletrões da clorofila ficarem excitados, e que se vai perdendo à medida que esse eletrão vai circulando na cadeia transportadora, vai ser armazenada na ligação química que se estabelece entre o ADP e o Pi para formar ATP.

O referido fluxo de eletrões vai ainda ser utilizado para formar NADPH (a partir de NADP⁺ + H⁺) que é essencial na formação de compostos orgânicos.

¹ATP é uma molécula energética essencial aos seres vivos, pois vai ser ela que vai ceder a energia armazenada nas suas ligações com os grupos fosfato, para as diferentes reações biológicas que ocorrem nas células.

Os elétrons excitados que a clorofila perde são repostos pela molécula de água que sofre fotólise, isto é, o desdobramento da água por ação da luz.



Por cada molécula de água forma-se meia molécula de oxigénio, pelo que são necessárias duas moléculas de água para originar uma de oxigénio. Os H^+ vão ser utilizados na formação do NADPH e os elétrons são usados para repor os elétrons perdidos pela clorofila. Ou seja, o que ocorre na fase fotoquímica é o seguinte (Figura 5):

- Conversão da energia luminosa em energia química por excitação dos elétrons da clorofila;
- Fotólise da água;
- Fosforilação do ADP em ATP: $\text{ADP} + \text{P}_i + \text{Energia} \rightarrow \text{ATP} + \text{H}_2\text{O}$;
- Redução do NADP^+ em NADPH, por ação do H^+ libertado pela fotólise da água.

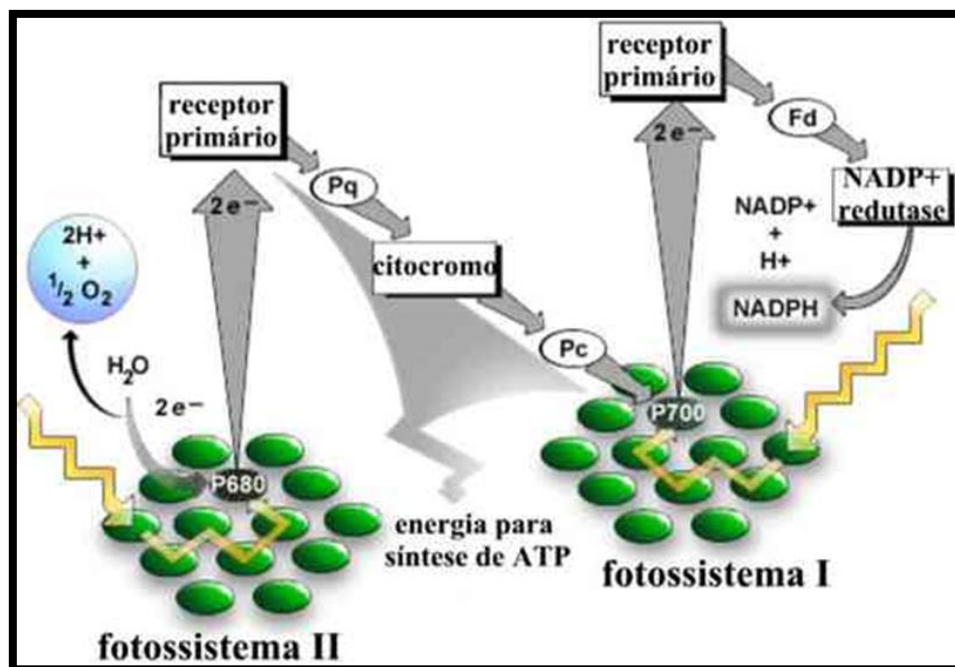


Figura 5- Fase fotoquímica. Fonte: [11]

Fase Escura

Durante esta fase o CO₂ capturado pelo ser fotossintético vai ser fixado em compostos até dar origem a compostos orgânicos. E para este processo ocorrer vão ser utilizados os ATP e NADPH sintetizados na fase fotoquímica.

Este processo é denominado Ciclo de Calvin (Figura 6), e concretizado através de três fases:

- Fixação de CO₂;
- Produção de Compostos orgânicos;
- Regeneração de Ribulose Difosfato (RuDP).

O ciclo de Calvin inicia-se com o RuDP, e a sua regeneração na última fase permite que este nunca se esgote e, como tal, iniciando um novo processo, pelo que se trata de um verdadeiro ciclo.

- O CO₂ combina-se com a RuDP (uma pentose), formando-se um composto intermédio de 6 carbonos e instável;
- Este composto intermédio por ser instável rapidamente origina dois novos compostos de 3 carbonos denominados de fosfoglicerato (PGA);
- Cada uma destas PGA vai ser fosforilada por ação do ATP (que ao perder um Pi passa ADP e liberta energia) e reduzidas pelo NADPH (isto é, recebem um H⁺ do NADPH que passa a NADP⁺), formando um composto denominado de aldeído fosfoglicérico (PGAL);
- Por cada 12 moléculas de PGAL formada, 10 são utilizadas para regenerar RuDP e 2 são utilizadas para sintetizar compostos orgânicos (glícidos ou outros);
- Assim para se formar uma molécula de glicose (C₆H₁₂O₆) é necessário que o ciclo se realize seis vezes gastando 6 moléculas de CO₂, 18 de ATP (3 por cada ciclo) e 12 de NADPH (2 por cada ciclo).

O PGAL além de ser utilizado para sintetizar glicose ou frutose pode também ser utilizado para sintetizar lípidos ou prótidos, pelo que o Ciclo de Calvin desempenha uma função central no metabolismo de todos os seres vivos [29].

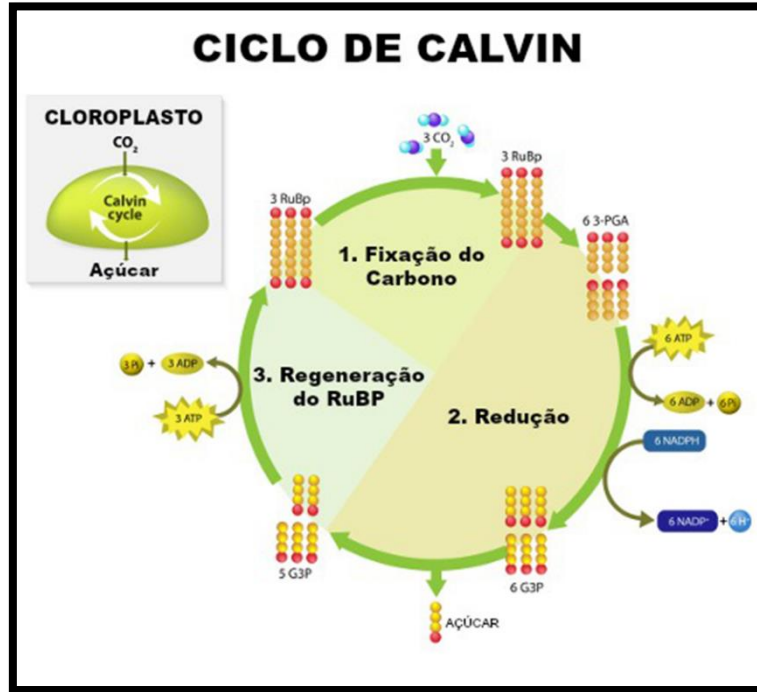


Figura 6- Ciclo de Calvin. Fonte: [12]

Iluminação artificial

A hidroponia com iluminação artificial (Figura 7), é a solução mais indicada para o cultivo em ambientes fechados e sem iluminação natural suficiente. O uso de coberturas ou estufas são os mais adequados para uma melhor eficiência no controlo ambiental, ou seja, as culturas ficam protegidas contra intempéries e podemos regular a incidência de luz que as plantas precisam. A qualidade da luz é bastante importante para ajudar as plantas a crescerem grandes e fortes. Existem diferentes tipos de lâmpadas de cultivo no mercado que ajudam a “substituir” a luz solar, assim como ajudam a manter as temperaturas corretas.



Figura 7- Iluminação artificial. Fonte: [13]

Para obter o melhor crescimento das plantas, a maioria das culturas hidropônicas usam uma luz HID, ou uma luz de descarga de alta intensidade. Esta iluminação é boa para imitar a luz solar natural e é muito mais eficaz em comparação com algumas outras luzes de crescimento, existentes no mercado, pois, foi projetada para tirar o máximo proveito da fotossíntese e é bastante econômica para ser usada pela maioria dos produtores. Se o objetivo é tirar o máximo de proveito da fotossíntese é necessário fornecer a quantidade certa de cor, duração e intensidade. Na maioria dos casos, serão necessários entre 20 e 50 watts por cada metro quadrado de jardinagem, mas isso pode variar consoante a carência de sol de cada planta. Algumas carecem de muita luz e é preciso escolher uma potência maior, enquanto outras plantas não precisam de tanto sol e pode-se optar por iluminação por menos tempo ou usar uma menor potencia. Outro passo importante, consequente da escolha das lâmpadas HID, é a classificação na potência de cada uma, na relação da distância entre as lâmpadas e as plantas. Como regra geral, uma lâmpada que tem 250 Watts deve ficar cerca de 30,48 centímetros das plantas, enquanto outra de 400 Watts deve ficar cerca de 50,8 centímetros das plantas. Para obter os melhores resultados, o tipo de iluminação escolhido não é o único ponto importante, a mudança de algumas das cores no espaço onde as plantas se reproduzem, é um fator a considerar. Muitos produtores hidropônicos usam, nas paredes um acabamento de casca de ovo, porque ajuda a aumentar

a quantidade de luz que incide nas plantas. Para ajudar a verificar se toda a área está uniformemente iluminada, normalmente, é usado um aparelho chamado fotômetro (Figura 8). Cada planta tem necessidades diferentes em relação à quantidade de luz que elas precisam, a maioria das plantas precisa de cerca de 16 a 18 horas de iluminação por dia, é de carácter obrigatório verificar e ver quanta luz as plantas precisam para garantir que sejam capazes de crescer adequadamente. O espectro de cores tem um enorme impacto sobre a quantidade de fotossíntese que acontece nas plantas. Cada planta precisa de um tipo diferente de espectro de cores. Por exemplo, na criação folhagens, uma lâmpada que possui luz azul será perfeita para esse tipo de planta [28].



Figura 8- Fotômetro. Fonte: [14]

- Luzes de sódio de alta pressão (HPS)

Segundo [28], as lâmpadas de sódio de alta pressão (HPS) é um tipo de lâmpada comumente usada como luz de crescimento no cultivo *indoor*. As lâmpadas HPS, juntamente com outros tipos de luzes de cultivo, como vapor metálico (MH), são conhecidas como luzes de descarga de alta intensidade (HID).

As lâmpadas de sódio de alta pressão emitem luz principalmente nas zonas amarelas para vermelhas do espectro visível. Às vezes, as lâmpadas HPS estão disponíveis como uma lâmpada de conversão, o que significa que podem ser operadas em um reator de iodetos metálicos ou vice-versa.

As lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão são normalmente utilizadas pelos cultivadores em interiores durante as fases de crescimento e floração. Elas são frequentemente usadas para complementar a luz em estufas que recebem luz natural ou alternadamente com luzes MH em áreas de cultivo sem iluminação natural.

Normalmente, as luzes MH são usadas durante os estágios de crescimento vegetativo e o produtor muda para as lâmpadas HPS quando os brotos começam a se formar.

As lâmpadas HPS produzem muito calor. Como tal, são mais rentáveis ao serem empregues em salas de cultivo com tetos altos e fluxo e ventilação de ar adequados (Figura 9). Se forem colocadas muito perto de uma planta, as luzes HPS podem queimar as folhas.

Durante muito tempo, as lâmpadas HPS (Figura 10) foram a opção preferida por muitos produtores. No entanto, tecnologias mais recentes, como LEDs, promovem uma maior concorrência aos fabricantes de HPS. Num esforço para competir, os fabricantes de HPS oferecem tecnologia de iluminação de ponta dupla, que é mais poderosa e apresenta uma maior durabilidade comparativamente ao das suas contrapartes de ponta única.



Figura 9- Horta com iluminação de Luzes de sódio de alta pressão (HPS). Fonte: [15]



Figura 10- Lâmpada de sódio de alta pressão (HPS). Fonte: [16]

- Díodos emissores de luz (LEDs)

As luzes de crescimento com diodo emissor de luz (LED) são um tipo de luz com uso eficiente de energia que é uma opção para cultivadores internos. Ao contrário de outros tipos de luzes de cultivo, os LEDs não queimam um filamento, mas passam a luz pelos semicondutores para criar o seu espectro. As luzes LED de cultivo podem ser usadas como o único meio de iluminação numa operação de cultivo, como um complemento à luz natural ou emparelhado com outros tipos de luzes de cultivo (Figura 11).



Figura 11- Iluminação LED. Fonte: [17]

Ao contrário de outros tipos de luzes de cultivo, a luz emitida pelos LEDs pode ser focada, de modo que nenhuma seja dispersa ou perdida entre a lâmpada e o dossel das plantas. Os LEDs têm uma vida útil longa, com lâmpadas com duração de 50.000 a 100.000 horas de uso contínuo.

Alguns produtores não estão convencidos da sua utilidade ou valor para produzir rendimentos de qualidade, mas, nos últimos anos a tecnologia evoluiu bastante e isso tornou-se cada vez mais raro. As luzes LED são mais caras num investimento inicial em

comparação a outros tipos de luzes de cultivo, mas são “mais baratas a trabalhar”, devido à sua alta eficiência. Estas luzes não têm o problema de produzir muito calor ou de queimar folhas, mas a falta de produção de calor, para alguns produtores, é negativa pois sentem a necessidade de adicionar calor suplementar nas suas áreas de cultivo [36].

- Lâmpada de indução

Uma lâmpada de indução é uma lâmpada fluorescente sem elétrodos. Ao não ter elétrodos, a lâmpada opera segundo os princípios fundamentais da indução eletromagnética e a descarga elétrica em gás para criar luz. A eliminação dos elétrodos e filamentos dá como resultado numa lâmpada com uma longa vida. Com uma durabilidade de 100.000 horas de vida útil, este sistema pode ser equiparável a 100 mudanças de lâmpada incandescente, ou a cinco mudanças de lâmpada de descarga de alta intensidade, ou a oito mudanças de lâmpada fluorescente [19].

- Lâmpadas fluorescentes compactas de alta potência

Lâmpadas fluorescentes compactas de alta potência são usadas por alguns produtores para o crescimento vegetativo e florido. Essas lâmpadas variam de 125 W a 300 W e exigem uma luminária de base magnata. Embora possam produzir crescimento vegetativo de qualidade, não são a escolha ideal para plantas com flores [18].

5. Técnicas de Hidroponia

Na hidroponia existem seis técnicas diferentes de cultivo hidropónico.

- Sistema *NFT* (*Nutriente Film Technique*);
 - Sistema *NGS* (*New Growing System*);
 - Sistema Semi-Hidropónico;
 - Sistema *DFT* ou *Floating*;
 - Aquaponia;
 - Aeroponia.
-
- **Sistema NFT (Nutriente Film Technique)**

Conhecido também por técnica do fluxo laminar de nutrientes (Figura 12), é composto por um tanque de solução nutritiva, dos canais de cultivo, de um sistema de bombagem e de um sistema de retorno ao tanque.

Parte das raízes fica submersa no filme de solução e a outra parte fica em constante contacto com o ar húmido acima da solução líquida, absorvendo oxigénio.

Este sistema funciona da seguinte forma: a solução nutritiva é armazenada num reservatório, de onde é lançada para a parte superior do sistema passa pelos canais e é recolhida, na parte inferior do sistema, retornando ao tanque.

O sistema hidráulico é responsável pelo armazenamento, e drenagem da solução nutritiva, sendo composto por um ou mais reservatórios de solução.

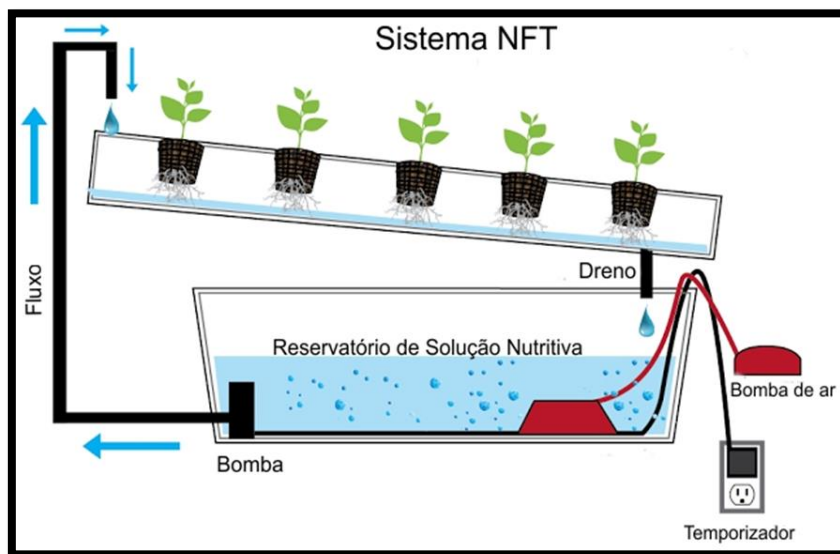


Figura 12- Sistema NFT. Fonte: [20]

Germinação

A espuma fenólica é um substrato feito à base de resina fenólica, livre de fungos e bactérias sendo usado basicamente no enraizamento de mudas de alta qualidade. É produzida para oferecer o arejamento e retenção de água ideal para o desenvolvimento das raízes.

As suas principais características são:

- A esterilidade do material;
- É prático de usar;
- É higiênico;
- Facilita o transporte de mudas;
- É um substrato inerte, e, portanto, não interfere na absorção de nutrientes pelas plantas.

Reservatório

Os reservatórios de solução podem ser produzidos por material diverso, como PVC, fibra de vidro ou de acrílico.

O depósito deve, de preferência, ser enterrado (10 cm) para impedir a ação dos raios solares. Da mesma forma deve ser preferencialmente abaixo do nível da tubulação de drenagem, facilitando o retorno da solução por gravidade.

Bomba submersível e regulador de tempo

A bomba submersível estará dentro do reservatório, localizado a um nível inferior ao ponto que libertará a solução nutritiva para os canais.

Deverá ser feito o dimensionamento da instalação para se saber a capacidade da bomba.

Dimensionamento: 1,5 litro/minuto a 2,0 litros/minuto por tubo de cultivo.

A circulação da solução nutritiva é comandada por um sistema regulador de tempo.

(Nota: A alface é a planta mais cultivada neste tipo de sistema, mas pode-se encontrar nos sistemas de cultivo sem solo: rúcula, couve, pimentos, tomate, morango entre outros.)

- **Sistema NGS (*New Growing System*)**

Este sistema (Figura 13), é fundamentado na circulação de uma solução nutritiva, no interior de um conjunto de sacos de polietileno colocados dentro um do outro. A organização dos sacos é feita para que a solução nutritiva, após o seu percurso, descarregue através de um coletor para um tubo de drenagem que permite a circulação de água.

Vantagens deste sistema:

- Adaptável a qualquer tipo de terreno;
- Leve e fácil de instalar;
- É um sistema integrado completo (adequado para todos os tipos de culturas hortícolas);
- Área de cultivo com melhor aproveitamento, um maior número de ciclos de cultivo por ano, obtendo-se produtos de qualidade dando um elevado valor a nível comercial.



Figura 13- Sistema NGS. Fonte: [21]

- **Sistema Semi-Hidropónico**

O sistema é utilizado para a sustentação de culturas, como flores ou frutíferas, tendo a parte aérea como mais desenvolvida (Figura 14).

São utilizados recipientes com materiais inertes, como perlite ou fibra de coco, que permitem que a solução nutritiva seja percolada e posteriormente drenada pela planta através de um sistema de rega gota a gota.



Figura 14- Sistema Semi-Hidropónico. Fonte: [22]

- **Sistema DFT (Deep Film Technique) ou Floating**

A razão pela qual que este sistema tem este nome é pelo facto de que não existem canais de cultivo, em vez disso, existe sim uma “mesa” flutuante de cultivo em cima de placas de esferovite com um depósito com solução nutritiva (Figura 15). Neste tipo de sistema a oxigenação da solução no depósito é crucial. De acordo com [26], é necessário, para preservar o nível de O_2 adequado no sistema, a instalação de uma bomba de ar para permitir a oxigenação da solução.



Figura 15- Sistema DFT. Fonte: [23]

Vantagens:

- Menos suscetível a alterações de temperatura e de teor de nutrientes;
- Ganho de 20% no espaço útil da estufa.

Desvantagens:

- Necessidade de oxigenação da solução nutritiva;
- Maior ocorrência de algas;
- Maior risco de propagação de doenças.

- **Aquaponia**

A aquaponia é a união perfeita entre peixes, plantas e bactérias, num sistema fechado e dinâmico, os resíduos dos peixes são convertidos, através de bactérias, em fertilizante natural que irá nutrir as plantas (Figura 16). Estas, ao consumirem os nutrientes, deixam a água mais limpa e ideal para os peixes crescerem de forma rápida e saudável.

Podem-se introduzir plantas no sistema quando começarem a aparecer nitratos e a concentração de amónia e nitritos baixarem para menos de 0,5 ppm (ciclo completo).

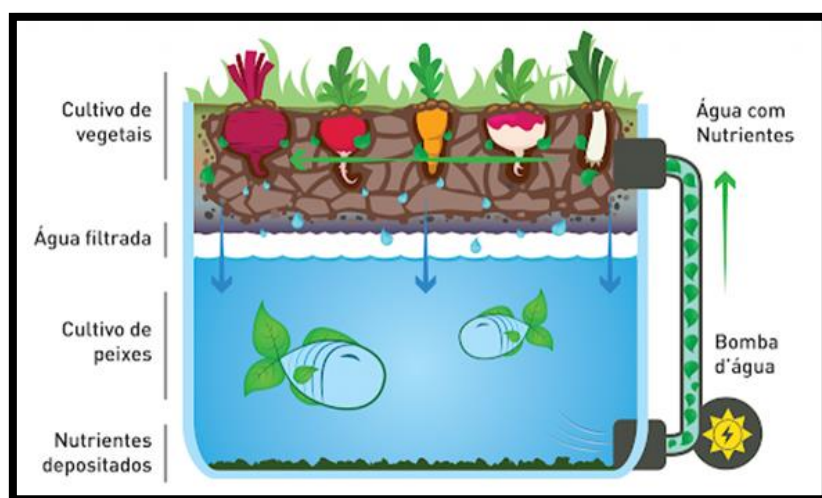


Figura 16- Aquaponia. Fonte: [24]

Vantagens:

- Utiliza 1/6 da água para cultivar 8 vezes mais comida por hectare comparado à agricultura tradicional;
- Fonte natural de fertilizantes (resíduos de peixe);
- O sistema integrado é sustentável e amigo do ambiente;
- Possibilita o fabrico contínuo de alimentos.

Desvantagens:

- Investimento inicial elevado;
- Uso de equipamentos mais precisos e complexos;
- Monitorização persistente (plantas e peixes);
- Equipamentos sujeitos a avarias.

- **Aeroponia**

A técnica da aeroponia é bastante similar à NFT (já referida acima), sendo que a principal diferença é na disposição da estrutura, que permite a otimização de espaços e eficiência.

Nesta técnica as plantas são cultivadas suspensas no ar, em estruturas de PVC, o que permite que haja um maior número de plantas na estufa, aumentando por isso a produtividade (Figura 17).

Aeroponia, tal como o NFT, baseia-se num sistema constituído por uma bomba de circulação da solução nutritiva, um relógio e um reservatório dessa mesma solução.

A grande vantagem da aeroponia é precisamente a otimização do espaço, que permite que haja uma grande produção num espaço reduzido, aumentando por isso o lucro dos produtores.

Esta técnica tem como principal desvantagem o elevado custo da implementação do sistema, bem como a sua manutenção.



Figura 17- Aeroponia. Fonte: [25]

6. Os Segredos do Sucesso da Hidroponia

Em concordância com [1], para aprender a utilizar um sistema hidropônico é necessário interpretar e compreender dados. Como se trata de um sistema que requer precisão, e uma interpretação própria de análises, a área mais exigente da hidroponia é a monitorização adequada de nutrientes. Esta área, envolve a medição dos dados, saber interpretar as informações recebidas e como ajustar adequadamente os níveis necessários. Um ponto crucial para o sucesso é estudar quais as maneiras de medir, ajustar e analisar a solução nutritiva nas plantações.

6.1. Análise da Água

Na hidroponia a água é o constituinte principal e, por esse motivo, é necessário conhecer a qualidade da água, nomeadamente, o seu pH, a concentração de minerais, a condutividade elétrica (CE) a quantidade de nutrientes, os elementos tóxicos e quais os elementos que podem reagir. Após o resultado da análise química já se encontram reunidas as condições necessárias para a correta formulação dos nutrientes para cada cultivo.

Existem três tipos de análise de água a realizar:

- Análise química: pH, CE, quantidade de nutrientes e elementos que podem reagir (Ex. CO_3^{2-} e HCO_3^-);
- Análise biológica: Presença de coliformes fecais e/ou agentes patogénicos;
- Análise física: Turbidez (materiais em suspensão).

6.2. pH e Tratamento da Água

Um dos fatores mais importantes e que a maioria dos produtores acaba por desvalorizar no tratamento da água, é o de regular o pH antes de usar a mesma na hidroponia.

(Nota: cerca de 90% das águas tem um pH de 6,6 a 8,5)

Ao realizar a análise química, o laboratório dá o valor exato de pH, no entanto no processo diário deverá haver sempre um medidor de pH, algo prático de manusear e utilizar. Toda a água a usar precisará sempre de verificação de pH com o medidor, um valor de 6,5 ou 6,3 será suficiente. Nos casos em que o valor obtido estiver acima dos 6,6 será necessário reduzir o valor de pH através de ácidos inorgânicos (ex. ácido fosfórico).

6.3. Formulação, Mistura e Compatibilidade de Nutrientes

Para cada tipo de cultivo, os requisitos nutricionais encontram-se tabulados como referência. Nas tabelas seguintes encontram-se os teores de macronutrientes (Tabela 2) e micronutrientes (Tabela 3) essenciais para algumas culturas [26].

Tabela 2-Teores dos macronutrientes essenciais considerados adequados para algumas culturas. Fonte: [26]

Cultura	N	P	K	Ca	Mg	S
 g kg ⁻¹					
Abacate	17,5– 18,5	0,8 – 2,5	7,5 – 20,0	10,0 – 30,0	2,5 – 8,0	2,0 – 6,0
Abacaxi	20,0– 22,0	2,1 – 2,3	25,0 – 27,0	3,0 – 4,0	4,0 – 5,0	2,0 – 3,0
Abóbora ^(a)	30,0– 35,0	6,0 – 7,0	24,0 – 26,0	48,0 – 49,0	9,0– 10,5	-
Alface	34,0– 40,0	4,0 – 6,0	50,0 – 80,0	14,0 – 20,0	3,0 – 7,0	-
Algodão	32,0	1,7	15,0	20,0	5,0	4,0
Alho	30,0–50,0	3,0	20,0–40,0	1,0–6,0	1,5–3,0	3,0–15,0
Amendoim	40,0	2,0	15,0	20,0	3,0	2,5
Arroz	30,0–40,0	1,4–2,7	14,0–28,0	1,6–3,9	1,2–2,1	1,7–2,0
Aspargo	29,5–49,0	1,8–3,5	11,6–26,4	8,6–17,6	2,7–7,0	-
Banana	26,0	2,2	28,0	6,0	3,0	2,0
Batata	55,0–65,0	3,5–5,5	45,0–65,0	10,0–20,0	3,0–5,0	-
Cacau	28,0	2,0	33,0	3,0	4,0	3,0
Café	28,0	1,2	18,0	10,0	3,5	2,0
Cana de açúcar	16,0	1,2	12,0	4,0	2,0	2,0
Cebola	25,0–35,0	2,5–4,0	25,0–50,0	15,0–35,0	3,0–5,0	-

Tabela 3- Teores dos micronutrientes essenciais considerados adequados para algumas culturas. Fonte: [26]

Cultura	B	Cu	Fe	M	Zn
 mg.kg ⁻¹				
Abacate	15–100	5–15	50–200	30–500	30–150
Abacaxi	30–40	9–12	100–200	50–200	10–15
Alface	25–55	10–80	50–500	30–200	25–150
Algodão	50	8	-	-	30
Alho	50	25	200	100	75
Amendoim	140–180	-	-	110–440	-
Arroz	-	-	89–193	237–744	22–161
Aspargo	25–211	6–11	-	72–173	16–30
Banana	15	8	70	-	20
Batata	30–60	6–20	70–150	50–300	20–60
Cacau	32	15	-	-	30
Café	40	6	70	50	10
Cana-de-açúcar	10	6	100	50	10
Cebola	30–45	6–20	-	-	20–55
Cenoura	29–35	5–7	120–350	190–350	20–50
Citros	50	6	60	25	25

6.4. Controlo e Monitorização da Solução Nutritiva

Para o sucesso de um sistema hidropónico também é essencial conhecer o pH e a condutividade elétrica da solução nutritiva.

O pH é um parâmetro importante, uma vez que, influencia a absorção dos nutrientes. A maior parte dos nutrientes mostram a sua capacidade máxima de absorção no intervalo de valores de 5,5 a 6,5 de pH.

A condutividade elétrica mede a concentração de nutrientes presentes na solução nutritiva. O método de condutividade elétrica não desempenha apenas o papel de monitorizar os níveis de nutrientes. Na verdade, é a medição dos iões existentes na solução nutritiva, relatada na unidade de medida microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Fatores que influenciam o valor da concentração:

- Variedade de cultivos;
- Temperatura;
- Intensidade da luz;
- Radiação;
- Qualidade de água.

6.4.1. Como controlar o pH e a Condutividade Elétrica?

O pH da solução nutritiva nunca estará estável ao longo do tempo, desta forma, manter o pH constante é um desafio.

- Como baixar o pH na Solução Nutritiva: Juntar solução diácida pouco a pouco até que chegue a um valor máximo de pH 6,5 e mínimo pH 5,5.
- Como subir o pH na Solução Nutritiva: Pode ser feito com hidróxido de potássio (KOH) ou com o hidróxido de sódio (NaOH) até um valor máximo de pH 6,5. (Poucas vezes será necessário subir o pH da solução nutritiva).
- Como subir o CE da Solução Nutritiva: Juntar mais nutrientes.
- Como baixar o CE da solução Nutritiva: Juntar mais água.

6.5. Os 4 Fatores de Produção: Radiação, Temperatura, Humidade Relativa e Concentração de CO₂

6.5.1. Radiação

6.5.1.1. Radiação ultravioleta (UV)

A radiação UV danifica os materiais, diminui a durabilidade das coberturas plásticas e danos de queimaduras das plantas e/ou frutos. As características do plástico determinam a qualidade e quantidade de luz que chega às folhas.

Exemplos:

- Composição química do material;
- Espessura do material;
- Isolamento térmico;
- Infravermelho (IR);
- Efeito antipó na camada externa;
- Efeito anti gotejamento;
- Efeito anti embaciamento na camada interna;
- Difusão da luz;
- Filtro UV.

Se uma estrutura não possui cobertura térmica, não é possível dizer que essa estrutura é uma verdadeira estufa, mas sim apenas uma proteção vegetal (Tabela 4).

Tabela 4- Diferenças entre cobertura normal vs. cobertura térmica. Fonte: própria

Cobertura Normal	Cobertura Térmica
Boa transparência aos raios ultravioleta visíveis e infravermelhos curtos	Menor transparência
Permite passar de 60 a 70% da irradiação do solo e das plantas	Permite passar de 15 a 18% da irradiação do solo das plantas (ótimo efeito térmico)
Boas propriedades mecânicas	Boas propriedades mecânicas
Possibilidade de investimentos térmicos	Redução da possibilidade de investimentos térmicos
Controlo adequado da temperatura dentro da estufa	Necessidade de ventilação em clima quente
Duração mais longa do filme	Redução da vida dos filmes
Preço reduzido	Preço elevado

6.5.2. Temperatura

Nas estufas de vegetação a temperatura é considerado o fator mais importante para fins controlo climático, uma vez que, influencia a fotossíntese e os processos fisiológicos e metabólicos das plantas. Os valores de temperatura ideais para o desenvolvimento da planta são: temperatura diurna entre 17°C e 22°C e temperaturas noturnas entre 14°C e 18°C.

Temperatura mínima letal: Aquelas abaixo dos quais ocorrem danos irreversíveis. (Ex. geada).

Temperatura máxima e mínima biológica: Aqueles acima e abaixo dos quais a planta não desempenha as suas funções corretamente, interrompendo o seu crescimento e desenvolvimento.

Temperatura ótima diurna e noturna: Valores desejáveis para o correto desenvolvimento das plantas.

6.5.3. Humidade Relativa

Efeitos de alta humidade relativa:

- Reduz a transpiração;
- Diminui a absorção de água pelas raízes e, portanto, a nutrição dissolvida nela;
- Diminui o crescimento;
- Falta de fertilização da flor devido ao endurecimento do pólen;
- Doenças causadas por fungos, bactérias, etc.

Efeitos da baixa humidade relativa:

- A transpiração é muito intensa e pode ficar desidratada;
- Encerramento estomático com crescimento e produção reduzidos;
- Fraca fertilização e queda de folhas.

6.5.4. Concentração de Dióxido de Carbono (CO₂)

Devido ao processo da fotossíntese 40% da matéria seca nas plantas é carbono.

A concentração ideal para as culturas: 600-900ppm (dependendo do tempo, cultura, radiação, temperatura e humidade).

O interior das estufas herméticas diminui, acentuadamente, nas horas centrais do dia, tornando-se assim um fator limitador do crescimento das culturas.

7. Hidroponia e o Meio Ambiente

A técnica de cultivo de plantas na hidroponia é considerada método alternativo para a produção de alimentos. Como é referido em [27], a preservação e racionalização do uso de água, é um ponto fulcral na defesa desta técnica em relação ao meio ambiente. Não há praticamente nenhum substituto para a água doce, tanto para as necessidades básicas de sobrevivência humana como para o desenvolvimento económico. Praticamente todo o desenvolvimento económico parece ter um preço ambiental associado, e a água doce é talvez o mais sensível e afetado dos recursos. A água é fundamental para o desenvolvimento socioeconómico, para a produção de energia e alimentos, para a construção de ecossistemas saudáveis e para a sobrevivência da espécie humana. A água é também essencial para fazer frente às alterações climáticas, servindo como elo crucial entre a sociedade e o meio ambiente.

Segundo a ONU, a escassez deste bem universal tende a aumentar até 2050 devido à procura do setor industrial e doméstico das economias emergentes e devido ao aumento da população mundial. É de carácter urgente o equilíbrio da demanda dos recursos hídricos com a necessidade das comunidades.

Cada vez mais a ONU tenta implementar objetivos relativamente à água, pois esta, está no centro do desenvolvimento sustentável e diz respeito à promessa central do Objetivo 6 da Agenda 2030 para o Desenvolvimento, que defende o acesso universal e equitativo à água potável e ao saneamento até 2030.

Objetivo 6 da Agenda 2030 para o Desenvolvimento da ONU:

- Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água potável e segura para todos;
- Até 2030, alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, e acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles que estão em situação de vulnerabilidade;
- Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a libertação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo para

metade a proporção de águas residuais não-tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e a reutilização, a nível global [28].

Economicamente, a hidroponia revela-se bastante eficaz na utilização deste recurso natural na ordem de dez vezes, quando comparado a outros sistemas de cultivo (convencional ou orgânico) no solo fazendo uso de irrigação. A redução do consumo de água em cerca de 90% permite este tipo de cultivo em áreas pobres em recursos naturais como zonas desérticas e urbanas. Esta técnica não utiliza herbicidas, diminui a aplicação de inseticidas e fungicidas, por ser feito num ambiente protegido (estufas ou viveiros). Evita problemas de poluição de mananciais causados pelo carreamento de solo e fertilizante nos processos de erosão. Possibilita o cultivo em áreas íngremes e o reaproveitamento das áreas degradadas, impróprias para o cultivo convencional no solo.

Na Figura 18, pode observar-se que Portugal é o 9.º país da Europa com a maior água gerada com aproximadamente 10.000 litros e o 3.º país com maior escoamento fluvial proveniente de outros países apresentando valores acima dos 100.000 litros de água.

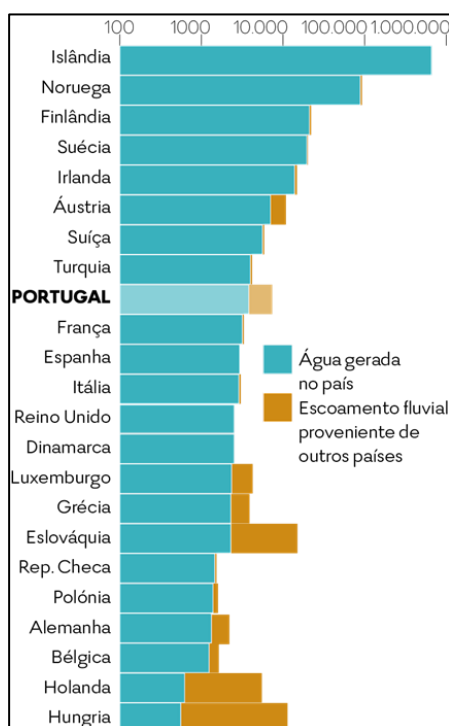


Figura 18- Disponibilidade de água doce na Europa expressa em litros. Fonte: [29]

Através da Figura 19, é notável que Portugal é o 3.º país com um maior consumo de água em m³/dia rondando os 200 m³ tal como a Grécia e sendo a Noruega o país europeu com o maior consumo de água por m³/dia

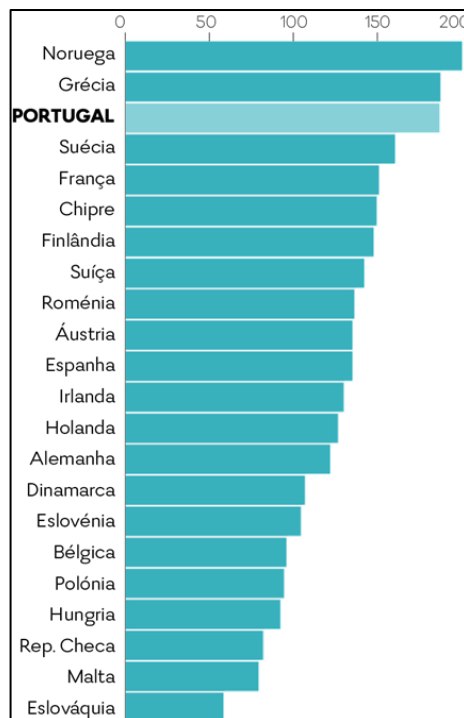


Figura 19- Consumos de água (em m³) per capita por dia. Fonte: [30]

A Tabela 5, demonstra que ao longo dos anos a água consumida tem aumentado consideravelmente, pode observar-se que em apenas um século o aumento foi de 3.420 km³/ano e com tendência a aumentar 1.200 km³/ ano em apenas 25 anos.

Tabela 5- Dados sobre o crescimento do consumo de água no mundo. Fonte: [31]

Ano	Água consumida (km ³ /ano)
1900	580
1950	1400
2000	4000
2025 (estimativa)	5200

7.1. Hidroponia Vs. Agricultura Tradicional

A agricultura é uma atividade milenária que visa à produção de alimentos. É um facto que a sua importância não se põe em causa no que diz respeito ao atendimento das necessidades básicas do ser humano.

Desde a pré-história que a humanidade utiliza a produção agrícola para a subsistência da espécie. O que mudou, e muito, foi a maneira como os agricultores cultivam a terra. Os resultados dessa mudança não foram apenas positivos.

No que diz respeito aos recursos naturais e ao meio ambiente, subsiste uma grande preocupação. A inovação nas técnicas produtivas e a mecanização para melhorar a produtividade provocaram impactos significativos no meio ambiente.

Pode-se considerar cinco os principais impactos no meio ambiente, e são eles:

- O desmatamento da área a ser cultivada. O terreno de cultivo precisa de ser limpo para que se possa fazer a preparação do solo e a plantação (Figura 20);



Figura 20- Desmatamento. Fonte: [32]

Hidroponia – Técnica Sustentável de Cultivo

- A mecanização da agricultura (Figura 21) trouxe agilidade à produção, além de diminuir muito a necessidade de mão de obra. Contudo, para a utilização das máquinas agrícolas, é preciso queimar combustíveis fósseis, o que prejudica a qualidade do ar, aumentando substancialmente a poluição atmosférica;



Figura 21- Mecanização da agricultura. Fonte: [33]

- A poluição dos solos e da água através da utilização de matérias químicas, tais como, adubos químicos, pesticidas e corretores de solo. Quando ocorre precipitação ou a cultura é irrigada, essas substâncias podem ser escoadas para os rios, contaminando assim os solos e o lençol freático;

- A diminuição da biodiversidade devido ao emprego de pesticidas que são pulverizados e, muitas vezes, atingem as áreas vizinhas, matando animais e plantas (Figura 22);



Figura 22- Pulverização de pesticidas. Fonte: [34]

- O esgotamento dos fluentes de água doce. Já é de conhecimento público que o maior responsável pelo consumo de água doce é a atividade agrícola, correspondendo a mais da metade do consumo. Em períodos de diminuição crescente dos rios esta é uma questão muito preocupante a considerar.

Existem variadas questões relacionadas com a produção agrícola e os seus impactos, daí a crescente preocupação em encontrar soluções para a resolução e/ou atenuação desta problemática [35].

Uma das soluções descobertas para a problemática mencionada é precisamente o cultivo agrícola em meio hidropónico. A hidroponia é uma solução que permite combater as mudanças climáticas, a degradação do meio ambiente e a extinção de espécies causadas pela superexploração e pelos cultivos intensivos. Também permite um uso mais racional da água, um bem cada vez mais escasso. Da mesma forma, os cultivos hidropónicos são mais rentáveis e fáceis de controlar, o que os transforma num mecanismo para combater a fome e reforçar a segurança alimentar, especialmente em países em vias de desenvolvimento.

Sendo assim, conforme [36], consegue-se enumerar diversas vantagens comparativamente ao cultivo tradicional, tais como:

Hidroponia – Técnica Sustentável de Cultivo

- Utilização mais eficiente da água (redução de consumo de 70% a 90%);
- Diminuição significativa do uso de fitofármacos e desinfetantes do solo (Ex. herbicidas);
- Sistema mecanizado (facilita operações);
- Redução significativo de maquinaria;
- Possibilidade de cultivo em todas as épocas do ano;
- Maior densidade de plantação;
- Produção em locais onde não seria possível produzir em solo;
- Maior facilidade de correção de nutrientes;
- Produção de produtos hortícolas de elevada qualidade.

8. Fazer hidroponia em casa

Fazer hidroponia em casa é fácil, pode comprar o sistema hidropónico ou construí-lo em casa. É possível fazer este tipo de cultivo em casa, num apartamento, na cozinha ou mesmo no terraço, sendo apenas necessário a presença de luz solar de forma direta ou indireta. Ao contrário de que muitas pessoas pensam, fazer hidroponia em casa não é caro. Atualmente existem no mercado sistemas hidropónicos projetados para pequenos espaços e com preço acessível.

Como fazer um Kit de Hidroponia em casa?

Devido à simplicidade do sistema, é perfeitamente possível construir um sistema hidropónico em casa, no tamanho e no lugar que deseja, utilizando materiais fáceis de encontrar.

Principais componentes do sistema hidropónico caseiro:

Tubos de cultivo - O mais comum é o PVC, pode adquirir-se tubos especiais e devidamente certificados para produção alimentar.

Reservatório - Para o reservatório também podem ser utilizados vários materiais. É importante que o reservatório não deixe passar luz para a solução nutritiva.

Bomba - Para a hidroponia em casa, uma bomba com vazão de aproximadamente 100 a 1000 L/hora já é bom.

Tubulação para transporte - É uma mangueira ligada à bomba, para transportar a solução nutritiva do reservatório até ao canal de cultivo, onde estão as raízes.

Temporizador - É utilizado para controlar o funcionamento da bomba. Pois o fluxo de nutrientes não precisa de ser constante, então o relógio liga e desliga a bomba em intervalos de geralmente 15 minutos.

Bancada - Para sustentação dos tubos de cultivo é necessário a construção de uma bancada. A bancada pode ser feita de madeira ou tubos de PVC. Os canais de cultivo também podem ser fixos no muro ou parede.

Como fazer germinação para sistemas em hidroponia?

A espuma fenólica é a mais indicada por ser prática, higiénica e biodegradável. Devido ao facto de ser porosa proporciona a manutenção ideal da humidade nas raízes.

Procedimento:

- Lavar a espuma com água corrente para retirar todos os resíduos de fabrico;
- Colocar 1 a 2 sementes por orifício;
- Deixar a placa de espuma num local à sombra e manter a espuma húmida (com o auxílio de um spray manual) com água pura até o aparecimento das primeiras folhas (cerca de 48h);
- Quando a germinação iniciar, retirar da sombra e colocar ao sol. Nesta fase é importante continuar a manter a espuma húmida para evitar o aparecimento de algas;
- Após o aparecimento da segunda folha, o que deve acontecer entre 7 a 10 dias, a muda pode ser trasladada para o berçário;
- A fase de berçário é feita nos perfis hidropónicos pequenos de 58 mm de largura. Nesta fase a planta passa a receber a solução nutritiva;
- Para o caso das alfaces (por exemplo) ficarão no berçário duas semanas. Como as plantas já não têm mais espaço para crescerem é feita a transladação para os perfis maiores para que se complete o crescimento;
- Vindas do berçário as plantas ficarão no perfil de crescimento final até atingirem o ponto de colheita. (Isto levará cerca de 3 a 4 semanas no caso da alface).

Em conformidade com [37], para a elaboração da solução nutritiva as porções terão que ser feitas conforme as instruções do fornecedor e respeitar todos os passos é vital para manter um cultivo saudável.

Montagem do kit Hidropónico

O sistema NFT é a técnica mais fácil de usar em contexto doméstico.

Uma maneira simples de realizar uma horta com material especializado, é com os seguintes materiais:

- 4 tubos de Polipropileno para a produção;
- Tampões e joelhos;
- Um depósito com 20 litros de capacidade;
- Uma bomba para o depósito;
- Uma mangueira de 3 metros de comprimento;
- 8 parafusos (para fixar os tubos);
- Espuma Fenólica;
- 20 mudas de alface;
- Solução nutritiva para 20 litros;
- Relógio temporizador.

Passo-a-passo:

1- Perfurar os tubos para colocar as mudas, cada furo deve ter uma distância de 15 a 20 centímetros. Em seguida, os acessórios e os cotovelos de PVC são colocados para unir cada tubo. Quando são unidos coloca-se na parede e as marcas são feitas para colocar os parafusos.

2- Colocar os parafusos na parede 2 por 2 a uma distância de 1 metro de comprimento entre cada par, de modo que eles fiquem tipo zig-zag. O importante é que os tubos tenham uma inclinação de 2-4 graus para que a solução nutritiva e a água possam circular sem estagnar.

3- O último passo é preencher o depósito com solução nutritiva diluída em água. Depois a bomba é introduzida e conectada à mangueira que irá para o tubo mais alto. Finalmente, a bomba está conectada para que o sistema funcione e o relógio temporizador ligado de 15 em 15 minutos.

Hidroponia – Técnica Sustentável de Cultivo

Através da Tabela 6, é possível obter uma estimativa quanto ao custo total da construção de um sistema hidropónico em casa.

Tabela 6- Preçário total para montar um sistema hidropónico em casa. Fonte: própria

Produto	Quantidade	Preço	IVA	Total
Agrião de água	1	€ 1,86	23%	€ 2,29
Couve-flor	1	€ 1,80	23%	€ 2,21
Placa de espuma fenólica	1	€ 2,99	23%	€ 3,68
1 metro Perfil Hidropónico Furado de 80 mm	4	€ 4,20	23%	€ 20,66
Joelho DIN Branco 90° Ø40 mm	8	€ 0,84	23%	€ 8,27
Tampão amovível para perfil furado 80 mm	2	€ 1,70	23%	€ 4,18
Topo c/ descarga Ø40 p/ perfil furado 80 mm	8	€ 1,80	23%	€ 17,71
NFT Aqua-SuperMix 1Litro	1	€ 16,66	23%	€ 20,49
Solução para reduzir o pH 1 litro	1	€ 12,00	23%	€ 14,76
Solução calibração pH	1	€ 2,99	23%	€ 3,68
Bomba água WP 300	1	€ 14,94	23%	€ 18,38
Medidor Combo pH - Condutividade Elétrica - Temperatura	1	€ 145,00	23%	€ 178,35
Total				294,66 €

9. Caso de estudo

No que diz respeito à parte experimental/prática deste projeto não nos foi permitido concluir a mesma, devido ao atual confinamento, porém iremos explicar sucintamente por passos o que foi inicialmente preparado.

1º passo:

Nas instalações da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do IPG, foram fornecidos os instrumentos elementares para o cultivo hidropónico, das quais, os tubos de cultivo, tubulação para transporte e referente bancada (Figura 23).



Figura 23- Estrutura hidropónica. Fonte: própria

Após uma pesquisa pormenorizada sobre o tema em questão, rapidamente foi-nos possível constatar que o sistema NFT seria a técnica de cultivo hidropónica mais adequada a executar.

2º passo:

Criação de uma lista de material necessário (Figura 24) à realização de uma horta hidropónica:

- Reservatório;
- Bomba de água;
- Temporizador;
- Espuma fenólica;
- Sementes de agrião e couve-flor;
- Solução para reduzir pH;
- Solução para calibrar pH;
- Instrumentos de medição de pH, CE, STD e temperatura;
- Cesto de Rede;
- Nutrientes.



Figura 24- Material adquirido. Fonte: própria

3º passo:

Procedemos à limpeza e desinfecção do material que foi fornecido: tubos de cultivo, tubulação para transporte, reservatório e cestos de rede (Figura 25 e 26).



Figura 25- Limpeza do material. Fonte: própria



Figura 26- Limpeza do material (continuação). Fonte: própria

4º passo – Preparação da fase de germinação

A espuma fenólica foi adquirida em placas com 196 alvéolos de substrato estéril, sendo cada célula utilizada para a formação de uma muda. O procedimento foi o seguinte:

1. Colocar a placa de espuma fenólica num recipiente, onde foi limpa abundantemente com água corrente para retirar todos os possíveis resíduos provenientes da fabricação;
2. Em 100 alvéolos colocamos sementes de couve-flor e nos outros 96 colocamos as sementes de agrião (1 a 2 sementes por alvéolo) (Figura 27);
3. Dispor o recipiente com a espuma fenólica preenchida com as sementes num local escuro e manteve-se a espuma húmida com água pura. As primeiras folhas apareceram no decorrer de uma semana (Figura 28).



Figura 27- Espuma fenólica. Fonte: própria



Figura 28- Primeiras folhas. Fonte: própria

Assim que as primeiras folhas surgiram (fase inicial da germinação), foram retiradas da sombra e colocadas ao sol (Figura 29).

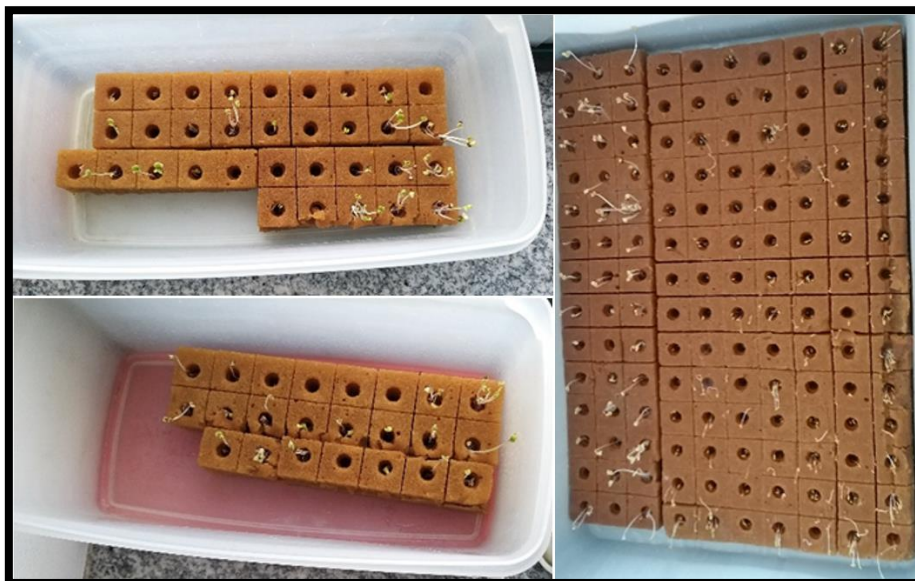


Figura 29- Dois dias após terem sido expostas à luz solar. Fonte: própria

Hidroponia – Técnica Sustentável de Cultivo

A parte experimental do presente projeto ficou neste ponto, devido aos constrangimentos já supracitados. Posteriormente, o trabalho até então desenvolvido acabou inevitavelmente por se deteriorar (Figura 30).



Figura 30- Resultado da excessiva espera para os tubos de cultivo. Fonte: própria

10. Considerações finais

É possível concluir, através da realização deste projeto, que existem diversas formas de o ser humano se reinventar no seu quotidiano se a preocupação com a pegada ambiental realmente existir.

A hidroponia tem vindo a tornar-se numa alternativa relevante, não só para grandes produtores, mas também na agricultura de particulares, pois permite produzir em pequenas áreas uma quantidade significativa de alimentos. A qualidade do produto é outro fator importante, pois representa uma diferença significativa às hortaliças produzidas de forma convencional [38].

Chegou-se à conclusão, com a produção deste projeto, que a hidroponia é uma solução viável no que diz respeito às questões ambientais, pois os seus benefícios comparativamente à agricultura tradicional são de enaltecer.

A ideia original para a realização deste projeto seria abranger uma parte teórica e uma parte experimental. Lamentavelmente, não se reuniram as condições favoráveis à execução da parte experimental, devido ao confinamento provocado pela pandemia de COVID-19.

Deste modo deixamos a sugestão de um posterior projeto, que englobe a parte experimental, a ser desenvolvido por futuros colegas de curso que tenham interesse pelo tema e desejarem dar continuidade ao presente trabalho.

Referências bibliográficas

- 1: Anacleto, E. R. (2019). Manual prático, um guia para aprender de forma rápida.
- 2: Silva, A. P. P. & Melo, B. (2003). Hidroponia. Consultado em: 14/03/2021, de: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/hidropo.htm>
- 3: Cooagrical: Hidroponia. Consultado em: 09/03/2021 de: <https://www.cooagrical.pt/post/hidroponia>.
- 4: Wilson, A. (2019). Hidroponia: O Melhor Guia Sobre Hidroponia Para Ganhar Tempo e Dinheiro. Babelcube Inc.
- 5: Fernandes, H. M. (2020). O que é e como funciona a Hidroponia? – Plantações Hidropónicas. Consultado em: 09/03/2021, de: <https://marquesfernandes.com/tecnologia/o-que-e-e-como-funciona-a-hidroponia-plantacoes-hidroponicas/>
- 6: Ross, N. (2017). Hidroponia: O Guia Completo de Hidroponia para Iniciantes. Babelcube Inc.
- 7: Brittes, A. H. (2016). Macro e micronutrientes. Consultado em: 09/03/2021, de: <http://fisiovegetal2016.weebly.com/3nutriccedilatildeo-inorgacircnica-das-plantas/macro-e-micronutrientes>
- 8: Bricogeek: Sistema hidroponico casero para cultivar... pimentos. Consultado em: 09/03/2021, de: <https://blog.bricogeek.com/noticias/diy/sistema-hidroponico-casero-para-cultivar-pimientos/>.
- 9: Smith, H. (2014). Starting an Outdoor Hydroponic Garden. Consultado em: 09/03/2021, de: <https://www.maximumyield.com/starting-an-outdoor-hydroponic-garden/2/1338>
- 10: Rede Omnia: O que é fotossíntese? Consultado em: 11/03/2021, de <https://www.biologianet.com/botanica/reacoes-fotossintese.htm>
- 11: Só Biologia: Etapa Fotoquímica da Fotossíntese. Consultado em 09/03/2021, de: <https://www.sobiologia.com.br/conteudos/bioquimica/bioquimica15.php>.

12: Santos, H. S. (2021). Ciclo de Calvin. Consultado em: 09/03/2021, de: <https://www.biologianet.com/botanica/ciclo-calvin.htm>.

13: GroHo Hidroponia: Guia para iluminação artificial. Consultado em: 10/03/2021, de: <https://www.groho.pt/post/guia-para-iluminacao-artificial>

14: Coloreffects: Sekonic Fotómetro Speedmaster L-858D. Consultado em: 10/03/2021, de: <https://www.coloreffects.pt/compra/sekonic-fotometro-speedmaster-l-858d-583388>.

15: RvOrchidworks: Tudo o que você precisa saber sobre cultivo indoor. Consultado em: 10/03/2021, de: <https://tropicalestufas.com.br/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-cultivo-indoor/?fbclid=IwAR21nnQMwzatSWL2Fj6CwZG2kEbf3n1XW-eiRITWmH2C74bIO3ISmRuTm2E>

16: Rjeiluminacao: Lâmpada Vapor de Sódio Tubular 150W E-40. Consultado em: 10/03/2021, de: <https://www.rjeiluminacao.com.br/lampadas/lampada-vapor-de-sodio-tubular-150w-e-40>.

17: Epocanegocios: LED faz crescer verduras de boa qualidade como nenhuma outra tecnologia. Consultado em: 11/03/2021, de: <https://epocanegocios.globo.com/Caminhos-para-o-futuro/Energia/noticia/2014/08/led-faz-crescer-verduras-de-boa-qualidade-como-nenhuma-outra-tecnologia.html>.

18: CITYFARMERS: Iluminação indoor: qual a melhor opção? Consultado em: 11/03/2021, de <https://cityfarmers.com.br/blogs/news/iluminacao-indoor-qual-a-melhor-opcao>

19: ELMAC: ILUMINAÇÃO INDUÇÃO MAGNÉTICA. Consultado em: 11/03/2021, de <https://elmac.pt/iluminacao-inducao-magnetica/>

20: Tudohidroponia: Projetos de Hidroponia. Consultado em: 11/03/2021, de: <http://tudohidroponia.net/wp-content/uploads/2013/07/NFT-esquema.jpg>

21: Tenorio, J. M. M. (2020). José María Martín aprecia a implementação do sistema hidropônico NGS para cultivar morangos em Huelva. Consultado em: 11/03/2021, de: <https://blueberriesconsulting.com/pt/jose-maria-martin-valora-positivamente-implementar-el-sistema-hidroponico-ngs-para-cultivar-fresas-en-huelva/>.

- 22: Melo, G. W. B., Bortolozzo, A. R. & Vargas, L. (2006). Produção de Morangos no Sistema Semi-Hidropônico. Consultado em: 12/03/2021, de: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MorangoSemiHidroponico/substratos.htm>
- 23: GroHo Hidroponia: O que é a Hidroponia? Consultado em: 12/03/2021, de: <https://docplayer.com.br/143918255-O-que-e-a-hidroponia.html>.
- 24: AQP Brasil: Aquaponia. Consultado em: 12/03/2021, de: <http://aqpbrasil.com/home/aquaponia/>.
- 25: GroHo Hidroponia: Aeroponia. Consultado em: 12/03/2021, de: <https://www.groho.pt/page/aeroponia>
- 26: Barreto, L., & Neto, E. (2011/2012). As Técnicas de Hidroponia Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, vols. 8 e 9, p.107-137, 2011/2012
- 27: Iberdrola, S. A.: Hidroponia: uma técnica de cultivo aliada da sustentabilidade. Consultado em: 12/03/2021, de: <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/o-que-e-hidroponia-e-vantagens>
- 28: UNITED NATIONS: Objetivo 6. Consultado em: 11/03/2021, de <https://unric.org/pt/objetivo-6-agua-potavel-e-saneamento-2/>
- 29: EUROSTAT E OCDE: CONSUMOS DE ÁGUA PER CAPITA POR DIA. Consultado em: 13/03/2021, de: <https://sdistribution.impresa.pt/data/content/binaries/e1d/879/66975912-d1cc-4776-a892-4899ed51e39d/>.
- 30: EUROSTAT E OCDE: Disponibilidade de Água doce na Europa. <https://sdistribution.impresa.pt/data/content/binaries/e1d/879/66975912-d1cc-4776-a892-4899ed51e39d/>. Consultado em: 13/03/2021
- 31: Pena, R. F. A. (2020). Consumo de água no mundo. Consultado em: 13/03/2021, de: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/consumo-agua-no-mundo.htm>.
- 32: UOL: IBGE: Agricultura é maior responsável por desmatamento de florestas no país. Consultado em: 14/03/2021, de: <https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas->

noticias/redacao/2015/09/25/fronteiras-agricolas-sao-maiores-responsaveis-por-desmatamento-diz-ibge.htm.

33: Vasconcellos, M. A. Mecanização do campo. Consultado em: 14/03/2021, de: <https://www.infoescola.com/geografia/mecanizacao-do-campo/>.

34: Domtotal: Lei que permite pulverização de inseticida em áreas urbanas causa polêmica. Consultado em: 14/03/2021, de: <https://domtotal.com/noticia/1108962/2016/12/lei-que-permite-pulverizacao-de-inseticida-em-areas-urbanas-causa-polemica/>.

35: Ribeiro, A. (2021). Impactos da produção agrícola. Consultado em: 09/03/2021, de: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/impactos-producao-agricola.htm>

36: Ribas, A., Manzoni, E., Correia, J. B., & Vilaverde, R. (2019). Hidroponia: uma produção sustentável e menos agressiva ao meio ambiente. Consultado em: 11/03/2021, de: <https://medium.com/@renan.vilaverde/hidroponia-uma-produ%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel-e-menos-agressiva-ao-meio-ambiente-da2e4810c9cc>

37: Ticket: Hidroponia: uma forma sustentável de cultivar alimentos. Consultado em: 11/03/2021, de: <https://www.ticket.com.br/blog/comerciantes/hidroponia-uma-forma-sustentavel-de-cultivar-alimentos/>

38: Abrantes, J., & Filho, J. T. S. (2018). Hidroponia para pequenos e grandes produtores apresenta inúmeras vantagens. Revista Hidroponia - Cultivando ambientes sustentáveis. Consultado em 12/03/2021. Disponível em: http://www.revistahidroponia.com.br/artigos_cientificos/29256/Hidroponia-para-pequenos-e-grandes-produtores--apresenta-inumeras-vantagens