

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

EDNA MENDES FORTES

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE SOLUÇÕES NUTRITIVAS A BASE DE
ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA PISCICULTURA E BIOFERTILIZANTES DE
BIODIGESTORES NO CULTIVO DE ALFACE HIDROPÔNICO**

Chapadina, MA

2022

EDNA MENDES FORTES

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE SOLUÇÕES NUTRITIVAS A BASE DE
ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA PISCICULTURA E BIOFERTILIZANTES DE
BIODIGESTORES NO CULTIVO DE ALFACE HIDROPÔNICO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a coordenação do curso de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Maranhão como requisito indispensável para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Jocélio dos Santos Araújo

Chapadina, MA

2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Mendes Fortes, Edna.

Avaliação físico-química de soluções nutritivas a base de águas residuárias da piscicultura e biofertilizantes de biodigestores no cultivo de alface hidropônico / Edna Mendes Fortes. - 2022.

28 f.

Orientador(a): Jocélio Dos Santos Araújo.

Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha - MA, 2022.

1. Hidroponia. 2. Resíduos sólidos. 3. Sistemas agrícolas. I. Dos Santos Araújo, Jocélio. II. Título.

EDNA MENDES FORTES

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE SOLUÇÕES NUTRITIVAS A BASE DE
ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA PISCICULTURA E BIOFERTILIZANTES DE
BIODIGESTORES NO CULTIVO DE ALFACE HIDROPÔNICO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a coordenação do curso de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Maranhão como requisito indispensável para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

TCC defendido e aprovado, em: 25 de julho de 2022, pela comissão examinadora constituída por:

Prof. Dr. Jocélio dos Santos Araújo (Orientador)

Curso de Zootecnia – CCAA /UFMA

Prof. Dr. Washington da Silva Sousa (Examinador)

Curso de Engenharia Agrícola – CCAA/UFMA

Prof. Ms. Antonia Francisca Lima Cardoso (Examinadora)

Professora Substituta na UEMASUL – Campus Imperatriz – MA

Dedico aos meus avós paternos, Paulinesio de Moraes Fortes (in memoriam) e Neusa Barbosa Fortes (in memoriam), que foram fonte de ensinamentos e com quem eu partilhei muitos momentos bons em minha vida. Deus os quis pertinho d'Ele durante a minha trajetória na graduação, mas, eles viverão eternamente em meu coração.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por estar sempre me guiando, abençoando e cuidando de mim, pois se não fosse por Ele, isso não seria possível.

Aos meus pais, Edigar Barbosa Fortes e Maria da Conceição Henrique Mendes, que foram a minha base de ensinamentos e princípios, o que me tornou a pessoa que eu sou hoje e a quem eu irei ser grata por toda a minha existência.

As minhas irmãs, Edinezia, Enézia, Eliza, Elizeth, Edinete, e ao meu irmão Eliezio, por todos os bons momentos, pelo carinho e pelo incentivo e, em especial, as minhas irmãs, Enezia pelos conselhos, pela paciência e por enxugar as minhas lágrimas quando mais precisei e Edinezia, por ter sido meu colo, pela sua amizade e, que juntamente com minha mãe, contribuíram financeiramente para minha formação. Jamais esquecerei.

Aos meus sobrinhos, Thaisa, Elias Davi, Mellyssa Eloah e Heytor, que foram presentes que Deus me deu a honra de ser tia, em especial, Heytor, que veio em um momento difícil para mim e se tornou a minha luz e motivo de alegria em minha vida.

A minha amiga Vivian Dos Santos Araújo e sua família, que sou eternamente grata a Deus por tê-los colocado em minha vida, ao qual me abrigaram, me deram carinho e cuidaram de mim, onde passei por momentos maravilhoso e a quem eu posso chamar de segunda família e de lar.

Ao meu orientador, Jocélio dos Santos Araújo, sua esposa, Valdirene e sua filha Chris Helen, pela ajuda, pelo apoio, pelo carinho e por terem me abraçado em seu lar e em suas vidas. Serei eternamente grata.

À minha panelinha, grupo “Tamo Fudido”, por todos os conhecimentos compartilhados e por contribuírem significativamente para a minha formação.

Ao meu grupo de pesquisa GETSA, ao qual me proporcionou oportunidades e conhecimento. Meus sinceros agradecimentos.

Ao meu “Namorado” Evandro Oliveira Da Silva, por ser um companheiro incrível, por todo amor, carinho, apoio e por me fazer uma pessoa melhor a cada dia.

E a todos que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para que isso aconteça. Obrigada!

"Tudo é relativo, eis o único princípio absoluto"

(Comte, 1819)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo Geral.....	15
2.2 Objetivos Específicos.....	15
3. REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 Hidroponia.....	15
3.2 Alface hidropônico.....	16
3.3 Solução nutritiva.....	17
3.4 Solução nutritiva constituída de água residuária da piscicultura.....	17
3.5 Solução nutritiva a base de biofertilizante de biodigestor.....	18
4. METODOLOGIA.....	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
6. CONCLUSÕES.....	23
7. REFERÊNCIAS.....	24

RESUMO

Objetivou-se avaliar os parâmetros físico-químicos de soluções nutritivas a base de águas residuárias da piscicultura e biofertilizantes de biodigestores no cultivo de alface hidropônica. O experimento foi conduzido em ambiente protegido, utilizando uma estrutura hidropônica em sistema de técnica do filme nutriente (NFT), num delineamento inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições, onde foram analisadas as variáveis físico-químicas: pH, temperatura e salinidade, das diferentes soluções nutritivas que constituíram os tratamentos experimentais (água, solução nutritiva comercial, água residuária da piscicultura e biofertilizante de biodigestor). Os resultados obtidos para as variáveis: pH e salinidade, não foram favorecidas pelas soluções nutritivas oriundas das águas residuárias da piscicultura e do biofertilizante do biodigestor no cultivo de alface hidropônica, que, com as altas temperaturas registradas durante o período experimental, não são consideradas favoráveis ao desempenho produtivo da cultura da alface nesse sistema de cultivo.

Palavras-chave: Hidroponia, Resíduos sólidos, Sistemas agrícolas.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the physicochemical parameters of nutrient solutions based on fish farming wastewater and biofertilizers from biodigestors in hydroponic lettuce cultivation. The experiment was carried out in a protected environment, using a hydroponic structure in a nutrient film technique (NFT) system, in a completely randomized design, with four treatments and four replications, where the physicochemical variables were analyzed: pH, temperature and salinity, of the different nutrient solutions that constituted the experimental treatments (water, commercial nutrient solution, fish farm wastewater and biofertilizer from biodigester). The results obtained for the variables: pH and salinity, were not favored by nutrient solutions from fish farming wastewater and biofertilizer from the biodigester in hydroponic lettuce cultivation, which, with the high temperatures recorded during the experimental period, are not considered favorable to the productive performance of the lettuce crop in this cropping system.

Keywords: Hydroponics, Solid waste, Agricultural systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação do Sistema	16
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios das variáveis físico-químicas das soluções nutritivas.....	20
--	----

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

AG - Testemunha/gua

CV - Coeficiente de Variao

NFF - Nutriente Film Technique

NS - Não Significativo

OD - Oxignio Dissolvido

$P < 0,05$ - Houve diferença estatística

$P > 0,05$ - Não houve diferença estatística

RB - Soluo Nutritiva a Base de Biofertilizante de Biodigestor

RP - Soluo Nutritiva Constituída de gua Residuária da Piscicultura

SNC - Soluo Nutritiva Comercial

1. INTRODUÇÃO

O aproveitamento de resíduos sólidos gerados das diversas atividades agrícolas e industriais, tem sido objeto de estudos, principalmente, por conter diversos nutrientes que após tratamentos adequados são passíveis de serem empregados em diversos sistemas de produção agrícola, entre eles a hidroponia.

Para o preparo de soluções nutritivas para cultivos hidropônicos de hortaliças, surge como uma forma interessante para destinar este resíduo, como demonstram os resultados de pesquisas de diversos autores (DIAS et al., 2010; COSME et al., 2010; SOARES et al., 2007;). Desta forma, os cultivos hidropônicos podem constituir uma vantagem quando se faz reuso da água, que antes eram desperdiçadas.

Existem diferentes sistemas hidropônicos, todavia, o sistema NFT (“nutriente film technique”) é um dos que mais se destacam. Nesse sistema a solução nutritiva fica em circulação, onde passa pelas raízes das plantas e retorna para o reservatório (DOMINGOS, 2019). Um dos principais componentes desse sistema é a solução nutritiva, havendo no mercado diferentes tipos de soluções nutritivas e várias possibilidades que podem ser testadas, todavia, a busca por insumos naturais para esse tipo de cultivo reveste-se de grande importância por ser considerado um método sustentável, com potenciais benefícios ambientais, sociais e econômicos.

Nesse contexto, na piscicultura, algumas atividades realizadas em viveiros de peixe geram resíduos, e a utilização destes, são passíveis de aproveitamento como fertilizantes, principalmente nas culturas olerícolas, por que são bastante consumidas e o cultivo geralmente se restringe ao pequeno e médio produtor rural (CHAVES E SILVA, 2006). Destaca-se também, os efluentes dos biodigestores, que após fermentação anaeróbica da matéria orgânica, produzem resíduos sólidos utilizados como adubos orgânicos e líquidos, chamados de biofertilizantes (SANTOS et al., 2017), que apresentam potenciais para serem utilizados como soluções nutritivas em sistemas de produção hidropônica.

Tecnologias que visem o reaproveitamento de resíduos oriundos da produção agropecuária e industrial, revestem-se de grande importância pelo volume gerado e pela viabilidade da utilização da biomassa para a geração de alimentos e energia, maximizando

os recursos naturais e mitigando os impactos ambientais. Nesse contexto, fazer reuso da água da piscicultura e aproveitar biofertilizantes oriundos da atividade fermentativa anaeróbica de biodigestores tornam-se alternativas passíveis de serem utilizadas como solução nutritiva no cultivo de alface em sistema de hidroponia.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar fatores físicos e químicos das soluções hidropônicas naturais

2.2 Objetivos Específicos

Recomendar a melhor solução nutritiva entre as oriundas de resíduos sólidos agrícolas estudados em relação a solução nutritiva comercial

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Hidroponia

A agricultura é um dos setores mais importantes para a sociedade e conseqüentemente está sempre em desenvolvimento. Na busca por novos métodos de produção e práticas sustentáveis, surgiu a hidroponia (MEHRA et al., 2018).

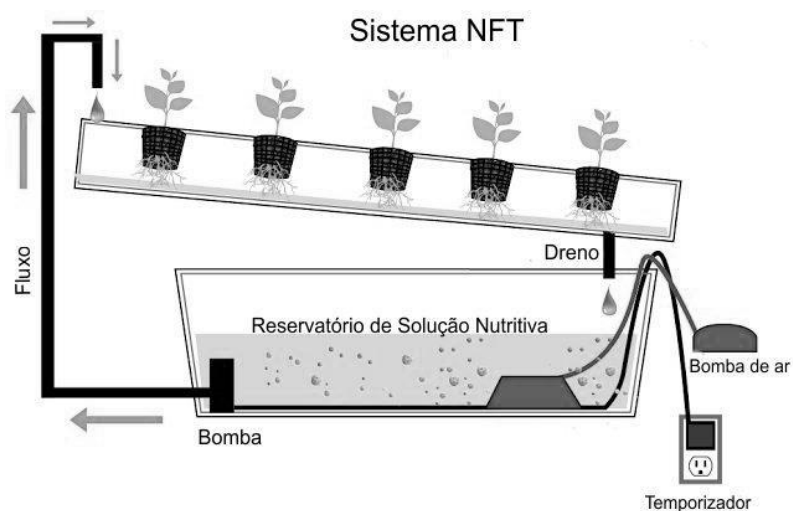
A palavra hidroponia origina-se dos termos: *hydro* = água e *ponos* = trabalho, em outras palavras, é o trabalho ou o cultivo direto na água, sem a utilização do solo. Essa técnica consiste no cultivo de plantas em uma solução a base de água e nutrientes, sem o contato com a terra (FRIEDRICH et al., 2021; CHEN et al., 2020; MEHRA et al., 2018; RIUS-RUIZ et al., 2014).

De maneira concisa, existem cinco sistemas hidropônicos que possuem suas determinadas características, cada uma, utilizando diferentes técnicas de submersão, irrigação e sustentação das plantas, o que irá refletir na produtividade e no custo para a implantação do sistema (DOMINGOS, 2019). Vale salientar que o sistema escolhido irá depender de várias variáveis, tais como, as condições locais, cultivar utilizada, materiais disponíveis, viabilidade econômica do sistema e ainda é necessário também, o

conhecimento detalhado da estrutura básica que o compõe (SOUSA et al., 2021; FURLANI et al., 2009).

O Brasil tem desenvolvido significativamente em relação ao setor agrícola o que despertou a busca por inovações e sistemas de produção sustentáveis, desencadeando o interesse pelo cultivo hidropônico e principalmente pelo sistema NFT (Nutriente Film Technique) (FURLANI et al., 2009) (Figura 1). Uma grande vantagem deste sistema é a possibilidade de aplicá-lo em uma grande variedade de plantas, uma vez que as raízes das plantas entram em contato com o fluxo de solução nutritiva em um determinado espaço de tempo, em um ciclo de irrigação, sendo capaz de capturar o oxigênio necessário para o seu desenvolvimento (DOMINGOS, 2019).

Figura 1. Representação do Sistema NFT



Fonte: (IN-OUTDOOR, 2019)

3.2 Alface hidropônica

O hábito alimentar da população tem exigido um maior consumo de hortaliças, tornando-se necessário o aumento da produção da mesma. Além disso, o consumidor tem se tornado cada vez mais rígido quanto a quantidade e qualidade, e ao seu fornecimento durante todo o ano. Diante disso, o cultivo hidropônico surge como uma solução, visto que as hortaliças se adaptam facilmente ao sistema, no qual garante um alto rendimento,

qualidade e ainda, uma redução do ciclo em relação ao cultivo no solo, possibilitando o seu fornecimento durante todo o ano. Ohse (2001) afirma que a alface é a hortaliça cultivada em maior escala por esse sistema, diante do supracitado, levando em consideração a independência do sistema as condições do solo.

Como supracitado, a alface se adapta fácil ao sistema hidropônico e apresenta um melhor aspecto visual, contudo, uma solução nutritiva ideal é primordial para a qualidade da produção, principalmente no que tange as variáveis pH, temperatura e a composição salina, que irão garantir uma maior eficiência no sistema de produção (DOMINGUES et al., 2012).

3.3 Solução nutritiva

No cultivo hidropônico deve-se atentar bem aos detalhes, além da escolha do sistema adequado as variáveis condições, a solução nutritiva, como fora supracitada, é primordial, pois a concentração de nutrientes irá garantir o êxito na produção da alface hidropônica (FERNANDES et al., 2018).

Na literatura, existem várias propostas de soluções nutritivas, além das já comercializadas, para o cultivo de hortaliças em sistemas hidropônicos, as quais se distinguem principalmente de acordo com a espécie vegetal, técnica, estágio fenológico e condições climáticas de cada região (NETA et al., 2021; FURLANI et al., 2009).

Não existe uma solução nutritiva geral ideal, todavia, a partir da determinação da composição química das plantas que irão ser trabalhadas é possível sugerir uma solução nutritiva satisfatória. No geral, toda solução deve ser composta de macro e micronutrientes minerais essenciais para suprir as necessidades nutricionais das plantas, o que irá variar de espécie para espécie e de variedade para variedade (BEZERRA e BARRETO, 2012; MARSCHNER, 1995).

3.4 Solução nutritiva constituída de água residuária da piscicultura

A utilização dos recursos hídricos é um tema muito abordado nas comunidades científicas no Brasil e no mundo, tal como o seu uso adequado. Algumas regiões no Brasil sofrem com a indisponibilidade desse recurso natural, principalmente nos períodos de seca, o que gera decorrente interesse dos pesquisadores, principalmente em desrespeito

a sua reutilização. Diante do supracitado e da decorrente expansão da agricultura, a utilização de águas residuárias, tem sido uma fonte para diversas pesquisas e experimentos (BAIONI et al., 2017).

A água residuária da piscicultura, além de combinar a produção animal com a produção de plantas, como as hortaliças, é uma alternativa para o reaproveitamento desse recurso natural e ainda influenciar significativamente na redução de custos com adubos comerciais (TESTOLIN et al., 2014).

Guimarães et al (2016) afirma que as águas residuais da piscicultura oferecem resultados satisfatórios ao serem utilizadas como base para a solução nutritiva na produção de alface em um sistema hidropônico, no qual constitui-se de uma fonte viável de água e nutrientes que as plantas necessitam, sem acarretar em perdas na produtividade.

3.5 Solução nutritiva a base de biofertilizante de biodigestor

Os biofertilizantes líquidos são produtos naturais obtidos da fermentação da matéria orgânica em um meio aquoso, na presença ou ausência de ar, que apresentam um grande potencial de serem utilizados como solução nutritiva em sistemas hidropônicos. (SANTOS et al., 2017).

A composição nutricional do biofertilizante irá depender de vários fatores, variando em relação a sua origem (orgânica, animal e vegetal) e ao método utilizado para a sua produção (DE MELO ROCHA, 2020). Segundo Silva (2016), o biofertilizante contém uma série de nutrientes essenciais para o desenvolvimento da planta, sendo o nitrogênio amoniacal o mais abundante, possuindo ainda quantidades consideráveis de potássio, cálcio, fósforo e magnésio.

O biofertilizante oriundos da fermentação anaeróbia de material de origem animal, associado ao sistema de produção hidropônica, surge como uma opção para a economia na aquisição de fertilizantes comerciais, contribuindo com um menor consumo de reservas naturais de nutrientes no planeta e como alternativa mitigadora dos possíveis impactos ocasionados pelo uso contínuo de fertilizantes comerciais. Dessa maneira, os resíduos da produção animal deixam de ser um problema para o produtor e se tornam ser uma alternativa de preservação ambiental e geração de renda (FERREIRA, 2013).

4. METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Setor de Tecnologias Sustentáveis e Agroenergia, do Centro de Ciências de Chapadinha, da Universidade Federal do Maranhão, no município de Chapadinha-MA, durante o período de agosto de 2019 a julho de 2020, onde foi utilizada uma casa de vegetação, tipo estufa. A temperatura média da região referente ao período de execução do experimento foi de 24°C, com máxima média de 32°C e mínima média de 23°C (INMET, 2020).

Na casa de vegetação, foram produzidas inicialmente as mudas da alface (cultivar Verônica), em espuma fenólica (2,0 x 2,5 x 3,0 cm) em berçário dotado de um sistema hidropônico NFT (Nutrient Film Technique/Técnica do Filme Nutriente). Quando atingiram cinco folhas definitivas, as mudas foram transplantadas em definitivo para o sistema NFT onde foram submetidas aos tratamentos experimentais.

Foi utilizada uma estrutura hidropônica composta de 16 unidades experimentais. Cada parcela constituiu de um sistema independente de hidroponia NFT, sendo composta por um perfil hidropônico feito de tubo de PVC (4 m de comprimento, Ø 75 mm), uma eletrobomba, um reservatório de polietileno com a capacidade de 30 L (litros), para a solução nutritiva, individualizado para cada tratamento (com torneira e temporizador automático).

A condução da solução para os canais foi realizada através de um sistema de bombeamento hidráulico hidropônico, através de uma tubulação de PVC do reservatório até a parte mais alta do canal de cultivo e retornada ao reservatório por gravidade. Para o bombeamento foram utilizadas 4 bombas de aquário submersas na solução, com potência de 12.0 Volts (V) e 4.3 Watts (W) e uma vazão máxima de 240 L/h a uma altura máxima de 3.0 m para a vazão, programadas por um Arduino Uno e Relé de 5.0 V, para serem ligadas em intervalos de 10 em 10 minutos (min). A solução retornava aos canais por gravidade, com uma inclinação de 3% e a vazão utilizada foi de 1 L/min.

As soluções nutritivas (Água residuária de piscicultura e biofertilizante de biodigestor) foram previamente diluídas em água, correspondendo a 10% da capacidade total do reservatório, que corresponde a 30 L. Para a solução nutritiva comercial,

dissolveu-se 27g de Nitrato de Cálcio, 27 g de Dripsol alface e 0,9 gramas de Ferro, equivalentes a quantidade de água do recipiente.

Foi utilizado o delineamento inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições, sendo:

T1 – Testemunha/água (AG);

T2 – Solução Nutritiva Comercial (SNC);

T3 – Solução nutritiva constituída de água residuária da piscicultura (RP) e

T4 – Solução nutritiva a base de biofertilizante de biodigestor (RB).

Nas soluções nutritivas, foram avaliadas as variáveis físico-químicas: pH, temperatura e salinidade, variáveis estas obtidas com uso de aparelho multiparametro digital, com leituras realizadas a cada sete dias.

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$) (FERREIRA (2011)).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para as variáveis: pH e salinidade, não foram favorecidas pelas soluções nutritivas oriundas das águas residuárias da piscicultura e do biofertilizante do biodigestor, utilizados como soluções nutritivas no cultivo de alface hidropônica, apresentando assim, significância estatística entre os tratamentos, exceto para temperatura, (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios das variáveis físico-químicas das soluções nutritivas

Tratamentos	Variáveis		
	pH	Temperatura (°C)	Salinidade (ppm)
AG	6,93 ^{a,b}	29,37 ^{ns}	12,75 ^a
SNC	4,98 ^a	30,00 ^{ns}	1285,00 ^c
RP	7,05 ^{a,b}	29,95 ^{ns}	15,50 ^a
RB	7,32 ^b	30,25 ^{ns}	342,25 ^b
Média	6,57	29,89	413,87
CV (%)	16,14	3,18	15,38
P ≤ F	0,032	0,624	0,000

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey. ns = não significativo

pH

O pH das soluções nutritivas, influência sobre a disponibilidade dos nutrientes minerais, afetando por consequência a absorção dos mesmos pelas plantas. Observou-se que, tanto as soluções nutritivas de resíduos de piscicultura, quanto de biodigestor, apresentaram valores de pH elevados. De acordo com Martinez (2002), em pH elevado, há evidências de que a estrutura e a solubilidade de compostos fenólicos do citosol, vacúolos e especialmente das paredes celulares se alteram, ocorrendo perda de compostos fenólicos e de eletrólitos, evidenciando o efeito da concentração elevada de hidroxilas sobre a permeabilidade da membrana.

Segundo Gomes et al. (2011), o pH pode proporcionar efeito indireto na solubilidade dos nutrientes; em valores elevados poderá ocorrer formação de precipitados de alguns elementos, tais como: cálcio, fósforo, ferro e manganês, que deixam de estar disponíveis às plantas, e que de acordo com Furlani et al. (2009), pode causar deficiência desses elementos acima citados, afetando o funcionamento celular.

Temperatura

Embora, não tenha observado efeito significativo da temperatura das soluções nutritivas experimentais, as mesmas, foram superiores as recomendadas para cultura da alface em sistema hidropônico.

A alta temperatura das soluções pode ser explicada pela influência direta da alta temperatura do ar, no qual em certas regiões ou períodos quentes do ano as temperaturas do ar podem atingir de 35 a 40 °C, durante várias horas do dia. Graus tão elevados de temperatura da solução nutritiva podem estar associadas com condições de hipóxia (baixa concentração de oxigênio) o que causa a redução do processo de desenvolvimento das plantas ao longo das calhas de cultivo hidropônico (BREMENKAMP et al., 2012; ANDRIOLO et al., 2004).

A região onde foi conduzida o experimento apresentou média máxima de temperatura de 32°C, e em regiões de muito calor, a cultura da alface, assim como a maioria das hortaliças, absorvem uma quantidade maior de água do que nutrientes influenciando no desempenho produtivo da cultura. Considerando que a cultura da alface

em temperaturas acima de 25 °C acelera seu ciclo, resultando em plantas menores (FILGUEIRA, 1982) e que, segundo Furlani et al. (2009), em regiões de clima tropical é conveniente trabalhar com soluções mais diluídas. A variação da temperatura média durante o período experimental, pode também ter contribuído para o menor desenvolvimento vegetativo das plantas cultivadas, corroborados pelos resultados obtidos por Helbel Junior (2008).

De acordo com Ghiraldini (2015), altas temperaturas podem ser um problema para o cultivo hidropônico. Segundo o autor supracitado, quanto mais elevada a temperatura menor a capacidade de dissolver o oxigênio. A alface por exemplo, necessita de pelo menos 4 ppm (partes por milhão) de OD (oxigênio dissolvido). Quanto essa capacidade de dissolução é reduzida ocasiona a diminuição da permeabilidade da água na raiz, acúmulo de toxinas, de forma que chega a prejudicar a absorção de nutrientes e com isso a planta murcha e sofre estresse, acompanhado do processo mais lento de fotossíntese e transferência de carboidratos que a planta necessita realizar para o seu desenvolvimento.

Salinidade

Houve efeito significativo dos tratamentos na salinidade das soluções nutritivas avaliadas. A salinidade é de grande importância em uma produção de alface hidropônico, porém, em grandes concentrações aliadas a condições de altas temperaturas, pode provocar diversos efeitos negativos a esses vegetais. Dentre eles, distúrbios fisiológicos, que são manifestados com murchas excessivas nas horas mais quentes do dia, queima das bordas das folhas e perda na produtividade (DE PASCALE et al., 2013; FERNANDES et al., 2018). Os autores, ainda destacam que o crescimento, a expansão da superfície foliar e o metabolismo do carbono primário de muitas outras culturas são afetados negativamente em razão do efeito osmótico, déficit hídrico, toxicidade de íons e desequilíbrio nutricional.

Segundo observações de Tyerman e Skerrett (1998), em ambientes salinos, o NaCl, tem-se mostrado como sendo o sal predominante, causando a maioria das injúrias nas plantas. O efeito osmótico tem sido a causa maior da redução do crescimento das plantas, associado à toxidez de íons pela absorção excessiva de sódio e cloro e ao desequilíbrio nutricional causado pelos distúrbios na absorção e/ou distribuição dos nutrientes (YAHYA, 1998).

6. CONCLUSÃO

Os parâmetros físico-químicos das soluções nutritivas oriundas das águas residuárias da piscicultura e do biofertilizante do biodigestor, aliadas as altas temperaturas, não foram consideradas adequadas ao cultivo de alface em sistema hidropônico.

7. REFERÊNCIAS

- ANDRIOLO, J.L.; LUZ, G.L.; GIRALDI, C.; GODOI, R.S.; BARROS, G.T. 2004. **Cultivo hidropônico da alface empregando substratos: uma alternativa a NFT?**. Horticultura Brasileira 22, n.4: 794-798.
- BAIONI, Jean Carlos et al. Efluente de piscicultura na produção consorciada de cebolinha e coentro. **Nucleus Animalium**, v. 9, n. 1, p. 143-150, 2017.
- BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. As técnicas de hidroponia. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, 2012. 107-137p.
- BREMENKAMP, D. M.; GALON, K.; HELL, L. R.; PASSOS, G.; CAZAROTI, E. P. F.; COMETTI, N.N. 2012. **Efeito da temperatura da solução nutritiva no crescimento da alface (*Lactuca sativa* L.) em hidroponia**. Horticultura Brasileira 30: S596-S604.
- CHAVES, S. W. P.; SILVA, I. J. O. Integração da Piscicultura com a Agricultura Irrigada. THESIS São Paulo, ano III, v. 6, p. 9-17, 2º Semestre. 2006. Disponível em: http://www.cantareira.br/thesis2/ed_6/2_iran.pdf. Acessado em: 27 set. 2020.
- CHEN, P.; ZHU, G.; KIM, H.-J.; BROWN, P. B.; HUANG, J.-Y. Comparative life cycle assessment of aquaponics and hydroponics in the Midwestern United States. *Journal of Cleaner Production*, v. 275, 2020.
- CORTEZ, G.E.P. et al. Qualidade química da água residual da criação de peixes para cultivo de alface em hidroponia. **Revista Brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 13, n. 4, p. 494-498, 2009.
- COSME, C.R. et al. Produção de tomate hidropônico utilizando rejeito da dessalinização na solução nutritiva aplicados em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p. 499-504, 2011.
- DE MELO ROCHA, Ana Paula et al. Cultivo de hortelã hidropônica utilizando biofertilizante como solução nutritiva. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 8, p. e988986754-e988986754, 2020.

DE PASCALE, S.; ORSINI, F.; PARDOSSI, A. **Irrigation water quality for greenhouse horticulture. In Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops**; FAO Plant Production and Protection Paper 217; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy, 2013; p. 169–204.

DIAS, N. S.; LIRA, R. B.; BRITO, B. L.; SOUSA NETO, O. N.; FERREIRA NETO, M.; OLIVEIRA, A. M. Produção de melão rendilhado em sistema hidropônico com rejeito da dessalinização de água em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.755-761. 2010.

DOMINGOS, Alline Silva. **Sistema de monitoramento de cultivo hidropônico**. 2019. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado em Engenharia de Telecomunicações) - Instituto Federal de Santa Catarina. 2019.

DOMINGUES, D. S.; TAKAHASHI, H. W.; CAMARA, C. A. P.; NIXDORF, S. L. Automated system developed to control pH and concentration of nutrient solution evaluated in hydroponic lettuce production. *Computers and Electronics in Agriculture*, v.84, p.53–61, 2012.

FERNANDES, J. M. P.; Fernandes, A. L. M.; DIAS, N. S.; Cosme, C. R.; Nascimento, L.V.; Queiroz, I. S. R. **Salinidade da solução nutritiva na produção de alface americana em sistema hidropônico NFT**. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 12, n. 3, p. 2570, 2018.

FERREIRA, DF. 2011. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. *Ciência e agrotecnologia*, 35:1039-1042.

FERREIRA, J. **Produção de biogás e funcionamento de biodigestores no ensino de ciências**. Monografia (Especialização no Ensino de Ciências), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 44 p. 2013.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. v. 2, 587 p.

FRIEDRICH, Thalía Lopes et al. CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA DE CULTIVO HIDROPÔNICO COM MONITORAMENTO AUTOMATIZADO. **Simpósio da Pós-Graduação do Sul do Brasil**, v. 1, n. 1, 2021.

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo Hidropônico de Plantas: Parte 1 - Conjunto hidráulico**. 2009. Artigo em HiperTexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/hidroponiap1/index.htm>. Acesso em: 11/7/2022

GOMES, L. S.; MARTINS, C. A. S.; NOGUEIRA, N. O.; LOPES, F. S.; XAVIER, T. M. T.; CARDOSO, L. C. M. Efeito de diferentes valores de pH da solução nutritiva no desenvolvimento de variedades de melão. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.6, p.73-78, 2011.

GHIRALDINI, André. Temperatuta alta- Grande problema em Hidroponia. *Inteliagrço*, 2015. Disponível em: < <https://www.inteliagro.com.br/%CE%B4t-um-dos-principais-problemas-na-hidroponia/>>. Acesso em: 01 set. 2020.

GUIMARÃES, Isaías P. et al. Use of fish-farming wastewater in lettuce cultivation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, p. 728-733, 2016.

HELBEL JUNIOR, C. et al. Influência da condutividade elétrica, concentração iônica e vazão de soluções nutritivas na produção de alface hidropônica. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p. 1142-1147, 2008.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 03/09/2020.

IN-OUTDOOR, Hydroponics. O Sistema NFT – Hidroponia. 2019. Disponível em: <<https://in-outdoor.com.br/blog/o-sistema-nft-hidroponia/>>. Acesso em: 13/07/2022.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. (2nd edition). London. Elsevier Ltd.. 1995.

MARTINEZ, H.E.P. O uso de cultivo hidropônico de plantas em pesquisa. Viçosa: UFV, 2002. 61p.

MEHRA, M.; SAXENA, S.; SANKARANARAYANAN, S.; TOM, R. J.; VEERAMANIKANDAN, M. IoT based hydroponics system using Deep Neural Networks. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 155, p. 473-486, 2018.

NETA, Helena Maria de Moraes et al. Cultivo de alface em sistemas hidropônicos e concentrações de solução nutritiva. 2021.

OHSE, Silvana et al. Qualidade de cultivares de alface produzidos em hidroponia. *Scientia Agricola*, v. 58, p. 181-185, 2001.

RIBEIRO, Kharolyn Silvestre et al. Uso de biofertilizante no cultivo de alface hidropônica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, 2007.

RIUS-RUIZ, F. X.; ANDRADE, F. J.; RIU, J.; RIUS, F. X. Computer-operated analytical platform for the determination of nutrients in hydroponic systems. *Food Chemistry*, v. 147, p. 92-97, 2014.

SANTOS, D. F., et al. Biodigestores como alternativa à sustentabilidade ambiental no campo brasileiro: um balanço bibliográfico acerca dos modelos indiano, chinês e batelada. *Ciência Agrícola*, v. 15, p. 35-39, 2017.

SILVA, J. E. P. da. Avaliação técnica e econômica de um biodigestor de fluxo tubular: estudo de caso do modelo implantado na ETEC “Orlando Quagliato” em Santa Cruz do Rio Pardo, Sp. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho. Botucatu – SP. 69 p. 2016.

SOARES, T. M.; SILVA, E. F. DE F. E.; DUARTE, S. N.; MÉLO, R. F.; JORGE, C. A.; BONFIM-SILVA, E. M. Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hidropônico. *Irriga*, v.12, p.235-248, 2007.

SOUSA, A. N. F.; FONSECA, S. O. Relatório de Projeto–Hidroponia, Técnica Sustentável de Cultivo. 2021.

TESTOLIN, Gilmar et al. Avaliação da alface hidropônica usando água de piscicultura misturada com diferentes porcentagens de soluções nutritivas. **Bioenergia em Revista: Diálogos (ISSN: 2236-9171)**, v. 4, n. 1, p. 23-34, 2014.

TYERMAN, S. D.; SKERRETT, canais iônicos de raiz IM e salinidade. **Scientia Horticulturae** , v. 78, n. 1-4, p. 175-235, 1998.

YAHYA, A. Salinity effects on growth and on uptake and distribution of sodium and some essential mineral nutrients in sesame. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 21, n. 7, p. 1439-1451, 1998.