

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE
PLANTAS
LUÍS AUGUSTO MAGALHÃES ANTONIACOMI**

Produção de girassol ornamental em sistema hidropônico *NFT*

**CÁCERES
MATO GROSSO – BRASIL
FEVEREIRO – 2022**

LUÍS AUGUSTO MAGALHÃES ANTONIACOMI

Produção de girassol ornamental em sistema hidropônico *NFT*

Dissertação apresentada à
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO
GROSSO, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Genética e
Melhoramento de Plantas, para obtenção do
título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Petterson Baptista
da Luz

**CÁCERES
MATO GROSSO – BRASIL
FEVEREIRO – 2022**

A635p ANTONIACOMI, Luís Augusto Magalhães.
Produção de Girassol Ornamental em Sistema Hidropônico Nft / Luís Augusto Magalhães Antoniacomi - Alta Floresta/Cáceres/Tangará da Serra, 2022.
44 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim)

Trabalho de Conclusão de Curso
(Dissertação/Mestrado) - Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Genética e Melhoramento de Plantas, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Multicampi, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2022.
Orientador: Petterson Baptista da Luz

1. Hidroponia. 2. Plantas Ornamentais. 3. Helianthus Annuus L.. 4. Adensamento. I. Luís Augusto Magalhães Antoniacomi. II. Produção de Girassol Ornamental em Sistema Hidropônico Nft: .

CDU 631.589:582.998.16

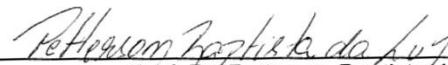
Produção de Girassol Ornamental em sistema hidropônico (NFT)

LUÍS AUGUSTO MAGALHÃES ANTONIACOMI

Dissertação apresentada à UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO Carlos Alberto Reyes Maldonado, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas para a obtenção do título de Mestre.

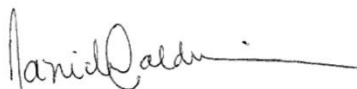
Aprovado em 21 de fevereiro de 2022

Comissão Examinadora



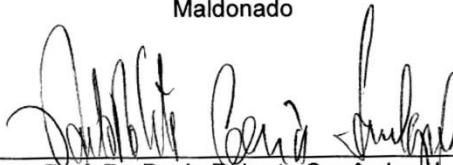
Prof. Dr. Petterson Baptista da Luz

Orientador – UNEMAT- Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado



Prof. Dr. Daniela Soares Alves Caldeira

UNEMAT- Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado



Prof. Dr. Paulo Roberto Corrêa Langgraf
UNIFENAS - Universidade José do Rosário Vellano

BIOGRAFIA

Luís Augusto Magalhães Antoniacomi, filho de Giomar Luiz Antoniacomi e Maria Augusta Magalhães Antoniacomi, nascido em Rosário Oeste/MT, no dia 17 de novembro de 1988. Ingressou no curso de Engenharia Mecânica, na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Rondonópolis, no ano de 2006, o qual concluiu no ano de 2011. Iniciou o Mestrado no Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas – UNEMAT – Campus de Alta Floresta, no ano de 2020, tendo concluído em fevereiro de 2022, sob a orientação do Prof. Dr. Petterson Baptista da Luz. Atua como Perito Oficial Criminal na Perícia Oficial e Identificação Técnica de Mato Grosso – Politec.

Dedico à minha família, por me apoiar e conduzir durante a execução desse projeto.

AGRADECIMENTOS

Ao ser supremo, fonte da vida, da sabedoria e da felicidade, o princípio e o fim, agradeço pela oportunidade da vida, pela saúde e pelas pessoas que colocou em meu caminho, assim como pelas experiências de vida, as quais me ajudaram a ser quem sou.

À Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) e ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas (PGMP), pela oportunidade concedida, através do ensino público de qualidade, e pelo carinho e atenção despendidos por seus colaboradores, que levarei para sempre em meu coração.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Petterson Baptista da Luz, pela atenção e paciência durante a condução deste experimento. Deixo aqui meus votos de estima e consideração, e aproveito para salientar que sua ajuda foi de extrema valia, sem a qual não teria conseguido concluir este projeto, obrigado por suas dicas e correções.

Ao amor da minha vida, Marcella Karoline Cardoso Vilarinho, meu alicerce, sem a qual nada disso teria sido possível. Agradeço pelo amor, pelo companheirismo, pelos conselhos, pela dedicação e por cuidar sempre de nossa família. Saiba que será sempre minha eterna namorada, e que te amo para sempre.

Aos meus anjinhos Sofia Vilarinho Antoniacomi e Manuela Vilarinho Antoniacomi, que me motivam com seus sorrisos e me fizeram entender o verdadeiro sentido da vida, que é amar ao próximo, sem esperar nada em troca.

À minha sogra Suely Cardoso Vilarinho, pelo carinho e cuidado para com nossa família, muito obrigado.

Aos meus pais, Maria Augusta Magalhães Antoniacomi e Giomar Luiz Antoniacomi, que foram meus exemplos de caráter e família. Saibam que apesar da distância, os levo sempre comigo em meu coração.

Aos demais colegas que participaram desse projeto, de forma direta e indireta, o meu muito obrigado, em especial aos amigos Luiz Gustavo, Matheus, Pablo, Juliana e Michele.

RESUMO

ANTONIACOMI, LUIS AUGUSTO MAGALHÃES; Universidade do Estado de Mato Grosso; fevereiro de 2022. Produção de girassol ornamental em sistema hidropônico *NFT*. Orientador: Dr. Petterson Baptista da Luz.

O cultivo hidropônico fornece uma série de benefícios, tais como redução de tempo de produção, padronização de plantas e economia de água e nutrientes. Um dos principais empecilhos para a produção hidropônica em climas quentes é a temperatura da solução, que pode afetar a absorção de nutrientes pela planta, além disso, o cultivo hidropônico de Girassol para flor de corte não é usual, carecendo de trabalhos na área. Objetivou-se com o presente experimento determinar a temperatura ideal da solução nutritiva, assim como a influência do fator adensamento de plantas, para cultivo hidropônico, em sistema *NFT* (*Nutrient Film Technique*), da cultivar “Girassol de Jardim Amarelo Alto”, ISLA[®]. O experimento foi instalado em casa de vegetação, com sombreamento de 70%, na Universidade do Estado de Mato Grosso, campus Cáceres. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial com parcelas subdivididas no espaço, sendo as parcelas principais compostas por 2 adensamentos (15 e 30 plantas/m²) e as subparcelas por 4 temperaturas da solução nutritiva (20°C, 25°C, 30°C e temperatura não controlada) com 3 repetições, totalizando 24 parcelas experimentais. As plantas foram dispostas em canaletas de PVC de 75 mm, em furos de 40 mm. O fornecimento de solução se deu de forma intermitente (15 minutos ligado, 15 minutos desligado), com fluxo de 0,5 l/h. A solução nutritiva adotada foi a padrão de cultivo da fabricante Hidrogood[®]. Os dados ambientais, e temperatura das soluções nutritivas, foram monitorados e armazenados em um *datalogger* Arduino. As variáveis analisadas foram: altura de planta; diâmetros da haste, diâmetro interno, e externo da flor; número de folhas, número de botões e flores; massas seca e fresca de raiz, massas seca e fresca da parte aérea e ciclo de cultivo. Os dados foram submetidos ao teste de análise de variância, no software estatístico Sisvar. A configuração hidropônica utilizada se mostrou eficaz para a produção de Girassol de corte. O adensamento de 15 plantas/m² se mostrou mais eficiente, apresentando plantas com padrão Veiling de

comercialização. A temperatura da solução indicada para o cultivo de girassol é de 30°C, por proporcionar maior diâmetro interno de capítulo.

Palavras-chave: hidroponia, plantas ornamentais, *Helianthus annuus* L., adensamento.

ABSTRACT

ANTONIACOMI, LUIS AUGUSTO MAGALHÃES; Mato Grosso State University; February 2022. Ornamental sunflower production in NFT hydroponic system. Advisor: Dr. Petterson Baptista da Luz.

Hydroponic cultivation provides a number of benefits, such as reduction of production time, standardization of plants, and economy of water and nutrients. One of the main obstacles to hydroponic production in hot climates is the temperature of the solution, which can affect the absorption of nutrients by the plant, in addition, hydroponic cultivation of sunflower for cut flower is not usual, lacking work in the area. The objective of the present experiment was to determine the ideal temperature of the nutrient solution, as well as the influence of the plant densification factor, for hydroponic cultivation, in NFT system (Nutrient Film Technique), of the cultivar "Girassol de Jardim Amarelo Alto", ISLA®. The experiment was set up in a greenhouse, with 70% shade, at the University of Mato Grosso State, Cáceres campus. The experimental design was entirely randomized in a factorial design with subdivided plots in space, with the main plots composed of two densities (15 and 30 plants/m²) and the subplots by four nutrient solution temperatures (20°C, 25°C, 30°C and uncontrolled temperature) with 3 repetitions, totaling 24 experimental plots. The plants were placed in 75 mm PVC troughs with 40 mm holes. The solution supply was intermittent (15 minutes on, 15 minutes off), with a 0.5 l/h flow. The nutrient solution used was the standard growing solution from the manufacturer Hidrogood®. The environmental data and temperature of the nutrient solutions were monitored and stored in an Arduino datalogger. The variables analyzed were: plant height; stem diameter, internal diameter, and external diameter of the flower; number of leaves, number of buds and flowers; dry and fresh mass of the root, dry and fresh mass of the aerial part, and crop cycle. The data were submitted to the variance analysis test, using the Sisvar statistical software. The hydroponic configuration used proved to be effective for the production of cut sunflower. The densification of 15 plants/m² proved to be more efficient, presenting plants with Veiling commercialization standard. The temperature of the solution

indicated for sunflower cultivation is 30°C, for providing greater internal diameter of the chapter.

Keywords: hydroponics, ornamental plants, *Helianthus annuus* L., densification.)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Floricultura brasileira	13
2.2 Girassol de corte	14
2.3 Aspectos do cultivo de girassol ornamental	16
2.4 Cultivo de plantas ornamentais em sistema hidropônico.	17
2.5 Solução refrigerada	18
2.6 Plataforma Arduino.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5. CONCLUSÕES	40
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

1. INTRODUÇÃO

A produção comercial de flores ornamentais é um dos mais promissores segmentos do agronegócio brasileiro, e apesar das dificuldades enfrentadas pelo setor, devido à pandemia global, apresenta tendência de crescimento, contando com mais de 8 mil produtores de flores e plantas (IBRAFLOR, 2021).

O setor gerou, no ano de 2019, um total de 210 mil empregos diretos e 800 mil indiretos, com 8700 produtores trabalhando com 350 espécies e mais de 3 mil variedades diferentes de plantas. Os principais produtores do país são: São Paulo, com 70 a 75% do total, tendo as regiões de Atibaia, Holambra e Mogi das Cruzes com as principais áreas cultivadas, seguidos por Minas Gerais e Ceará (SILVA, 2020). Segundo IBRAFLOR (2021), no ano de 2019, no setor de flores e plantas ornamentais, houve um crescimento de 7% em relação ao ano anterior, movimentando 8,7 bilhões de reais e, no ano de 2020, um aumento de 10%, com um total de 9,5 bilhões de reais movimentados, gerando um total de 209 mil empregos diretos, com previsão de crescimento estimada em 2 a 5% para o ano de 2021.

A monopolização da produção de flores de corte, nos grandes centros do Brasil, é um dos principais entraves para o desenvolvimento do setor no interior do país. A produção concentrada em poucos lugares prejudica sua demanda para diversas regiões, e por consequência, essa escassez aumenta seu valor no mercado (SEBRAE, 2015).

Ainda segundo o autor, a concorrência com grandes polos produtivos, a exemplo da Cooperativa Veiling Holambra, que a partir das décadas de 70 e 80 aperfeiçoaram suas estruturas de abastecimento para todas as capitais do país, fez com que o consumidor perdesse o interesse no produtor local, haja vista a qualidade, padrão e ofertas abundantes das grandes regiões produtoras.

Dentre as plantas comercializadas está o girassol ornamental (*Helianthus annuus*), pertencente à família *Asteraceae*, que é uma planta herbácea, ereta, geralmente sem ramificação, cuja altura pode variar entre 1,0 a 3,0 m. Trata-se de um produto do melhoramento genético do girassol granífero, cultivado há muito tempo para extração de sementes para fins alimentícios (PAIVA e ALMEIDA, 2014).

Ainda segundo os autores, algumas condições de contorno devem ser levadas em consideração para o correto desenvolvimento das plantas. É resistente a

determinados níveis de salinidade do solo, sensível ao déficit hídrico, aos ataques de fitopatógenos, e sua floração está diretamente ligada à insolação e fotoperíodo, efeitos que podem ser reduzidos em cultivos em ambientes controlados, tais como casas de vegetação.

No cultivo em solo, o controle de pragas e a correta adubação, muitas vezes ficam prejudicados, sendo o cultivo hidropônico uma alternativa que contribui para minimizar esses entraves. Por meio desse sistema de cultivo é possível obter mudas de boa qualidade fitossanitária e menor ciclo produtivo, além de contribuir para plantas com melhor qualidade na pós-colheita (CHANG et al., 2003; LANDGRAF et al, 2015).

Além disso, no cultivo em sistema hidropônico existe a possibilidade da manipulação da temperatura da solução nutritiva, o que poderia facilitar a inserção de culturas em locais com condições climáticas adversas (RAWAHY e MBAGA, 2019).

Diante disso, objetivou-se com o presente experimento determinar a temperatura ideal da solução nutritiva, assim como a influência do fator adensamento de plantas, para o cultivo hidropônico, em sistema *N. F.T. (Nutrient Filme Technique)*, da cultivar “Girassol de Jardim Amarelo Alto”, ISLA[®], no município de Cáceres - MT, desenvolvendo para isso um sistema hidropônico automatizado, com condicionamento térmico da solução e sistema de controle de baixo custo, baseado na plataforma Arduino.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Floricultura brasileira

Dono de uma fauna e flora exuberantes, estima-se que o Brasil detenha cerca de 15 a 20% das espécies conhecidas de plantas do planeta, ou seja mais de 50.000 espécies e que pelo país haja de 5.000 a 6.000 com potencial para plantio ornamental e urbanístico (JUNQUEIRA e PEETZ, 2018).

O Brasil está entre os 15 maiores produtores de flores do mundo, com uma projeção de nos próximos anos figurar entre os 10 maiores, apesar dos empecilhos encontrados na pandemia global. Os maiores produtores são, em ordem decrescente: Índia, China, União Europeia, Estados Unidos da América, Japão e México. (IBRAFLOR, 2021).

Para efeito de comparação, no ano de 2018 os Países Baixos detiveram mais de 50% do mercado mundial de exportação de flores, com um montante de 10,70 bilhões de dólares, seguidos pela Colômbia com 1,48 bilhões de dólares. O Brasil ocupava a 48ª posição mundial neste mesmo ano, com um montante de exportações de 12 milhões de dólares, ocupando também a 39ª posição na lista de maiores importadores de flores, com 45 milhões de dólares (BRAINER, 2019).

A partir da década de 50, a produção e comercialização de flores no Brasil se concentrou na região de São Paulo, mais especificamente nas regiões entorno de Atibaia e Holambra, onde está a cooperativa Veiling, que é responsável pela cadeia de produção e distribuição de flores para praticamente todas as capitais do país (SEBRAE, 2015).

Ainda segundo o autor, no ano de 2013 a participação do Centro-Oeste, no volume movimentado no setor, era de 2,8%, com destaque principalmente para o estado do Distrito Federal, e para Goiás. O cultivo de plantas e flores ornamentais, no estado de Mato Grosso ainda é incipiente, com potencial para exploração de palmeiras, orquídeas e folhagens.

Segundo MATO GROSSO (2020), o estado conta atualmente com uma área de 15 hectares de cultivo de flores tropicais, estando os principais produtores concentrados nas cidades de Cuiabá, Várzea Grande, Nossa Senhora do Livramento, Acorizal, Santo Antônio do Leverger, Tangará da Serra, Sinop e Sorriso.

2.2 Girassol de corte

O gênero *Helianthus*, palavra que deriva do grego “helios”, que significa sol e “anthus”, que significa flor ou “flor do sol”, se refere à característica da planta em mover sua inflorescência acompanhando a movimentação do sol. Tal característica se dá pelo acúmulo de auxinas na região da planta oposta ao sol, fazendo com que essa lateral se desenvolva mais rápido em relação à outra, fazendo com que o capítulo se incline em relação ao sol (PAIVA e ALMEIDA, 2014).

Segundo DE MEDEIROS e DA LUZ (2021), pertence à família Arastacea, ordem Asterales, sendo uma planta herbácea, anual e ereta, podendo ter de 1 a 2 metros de altura. Sua inflorescência é do tipo capítulo, que pode surgir nas gemas apicais, sendo a planta unicapitulada ou nas gemas laterais, quando a planta é multicapitulada (Erro! Fonte de referência não encontrada. e Erro! Fonte de referência não encontrada.).



Figura 1 - Inflorescência, do tipo capítulo, do girassol (*Helianthus annuus*) cv. Amarelo de Jardim Alto.
Fonte: Autor.

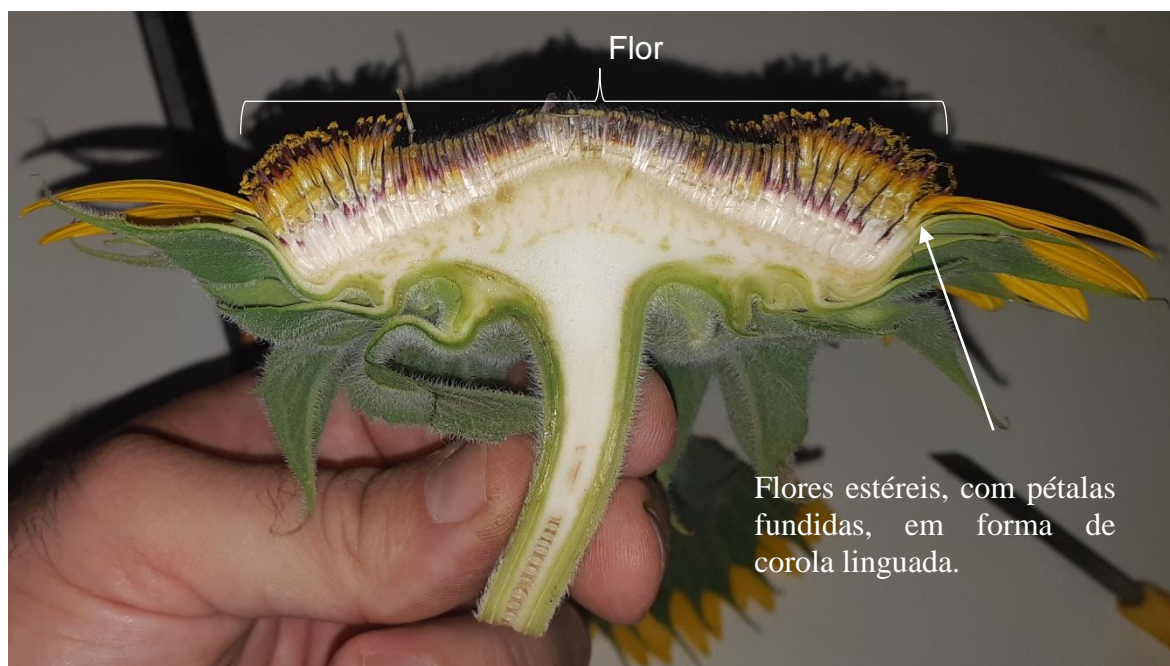


Figura 2 - Corte transversal do capítulo ilustrando sua composição.
Fonte: Autor.

Pode ser uma alternativa de incremento de renda para pequenas e médias propriedades, haja vista suas características de ciclo curto, propagação por sementes e especialmente pela exuberância e atração de suas inflorescências (DE MEDEIROS e DA LUZ, 2021).

Apresenta boa aceitação no mercado consumidor, podendo ser utilizada para a produção de flores de corte e vaso. Sua temperatura ideal de cultivo está entre 10 e 25°C, podendo ser cultivada em praticamente qualquer solo. A utilização de hibridações fez com que diversas cultivares fossem lançadas no mercado nos últimos anos, com diferentes tonalidades, tais como ferrugem, vinho, rosa, amarelo limão, dentre outras (CURTI, 2012).

O armazenamento pós-colheita pode ser feito com as hastes imersas apenas em água, tendo uma durabilidade de até uma semana. Contudo, a adição de soluções conservantes pode prolongar a longevidade da inflorescência em até 5 dias, utilizando solução a 4% de sacarose (PAIVA e ALMEIDA, 2014).

A principal rota de comercialização se dá através do mercado atacadista, responsável pela concentração de produtos em grandes centros e comercialização através de suas redes de distribuição pelo país. O nível de especialização de transporte de flores, por estes atacadistas, garante que esse produto esteja disponível em regiões distantes, em poucos dias (NEVES e PINTO, 2015).

2.3 Aspectos do cultivo de girassol ornamental

Quando se fala em plantas ornamentais, o principal a se observar é a aparência do produto, ou seja, tamanho e quantidade de flores, suas cores, que é o esperado pelo mercado consumidor em geral, haja vista o fim a qual se destina. Além disso, plantas com boa qualidade fisiológica poderão também apresentar uma maior durabilidade pós corte, contribuindo para agregar credibilidade e valor. (WADE, 2013).

Ainda segundo o autor, a seleção adequada das plantas, o correto acondicionamento de mudas, enquanto essas não são transferidas para o local definitivo, o cuidado na hora do plantio e a irrigação adequada, também vão influenciar no resultado.

Além disso, técnicas de armazenamento pós-colheita podem contribuir para uma boa manutenção da aparência das plantas, assim como prolongar sua vida útil (SALES et al, 2021).

Para o correto cultivo do girassol é importante conhecer as fases de seu crescimento. Durante a fase inicial (primeiros 30 dias), seu crescimento é lento com baixo consumo de água e nutrientes. Desse ponto, até o final do florescimento, o crescimento se torna rápido, aumentando significativamente o consumo de água e nutrientes. O pH ideal de cultivo está entre 5,2 e 6,4, sendo que em condições de pH inferior a 5,2 acontece a restrição do crescimento do sistema radicular, o que pode acarretar a redução da resistência à seca e ao acamamento, comprometendo a absorção de nutrientes, aumentando assim a incidência de doenças (CASTRO et al, 1996).

Ainda segundo CASTRO *et al* (1996), o girassol tem baixa eficiência no uso da água, onde cada litro de água produz menos de dois gramas de matéria seca, podendo em condições de déficit hídrico aumentar essa eficiência em 20 a 50%. O período mais sensível ao estresse hídrico está entre 10 a 15 dias antes do florescimento e 10 a 15 dias após a floração. Além disso a cultura é sensível a baixos níveis de Boro no solo, apresentando sintomas visíveis de deficiência desse elemento na fase de florescimento e maturação.

O arranjo espacial é outro fator que influencia o crescimento da planta. A alteração na disponibilidade de luz solar, devido ao adensamento de plantas, pode aumentar a competição, dificultar o controle de plantas daninhas e alterar a

produtividade, sendo um ponto de estudo para pesquisadores, tal qual o experimento desenvolvido por BEZERRA (2014), que avaliou a influência dos arranjos espaciais sobre as características vegetativas e produtividade de aquênios da variedade Embrapa 122, em dois locais de cultivo.

Para cultivo em solo, de girassol ornamental, PAIVA e ALMEIDA (2014) indicam que os espaçamentos mais utilizados são os de (13-15) x 20 cm, ou duas fileiras duplas de [(7-12) x 25] x 40 x [(7-12) x 25] cm.

2.4 Cultivo de plantas ornamentais em sistema hidropônico.

O termo hidroponia vem do grego “*hydro-ponos*”, e significa experimento com água, sendo utilizado para definir o emprego de técnicas de manejo para cultivo de plantas sem solo, fazendo uso de água e dosagem de nutrientes através de uma solução nutritiva, que pode ser bombeada através de canais, ou mesmo ser fornecida de modo estático, em sistemas de leito flutuante, por exemplo. O primeiro relato do uso da técnica remete ao pesquisador John Woodward (1665–1728), que cultivou menta (*Mentha spicata*) em vasos, utilizando soluções de esgoto diluído (BEZERRA NETO, 2017).

Segundo SEBRAE (2017), dentre os sistemas hidropônicos, pode-se citar o sistema NFT (Nutrient Film Technique System), onde um filme constante de solução nutritiva fica disponível, através de bombeamento, para as plantas, retornando às caixas de armazenamento através de gravidade, tratando-se de um sistema de ciclo fechado, amplamente utilizado.

Trata-se de um sistema relativamente simples de manejo após sua implantação, contudo alguns cuidados devem ser tomados, tais como o monitoramento de pH e condutividade da solução, assim como devem ser realizadas esterilizações de estruturas e equipamentos, e em alguns casos, devido à contaminação, pode ocorrer até mesmo o descarte da produção, quando necessário. (SEBRAE, 2017).

Segundo BEZERRA NETO (2017), várias são as vantagens do cultivo hidropônico, dentre elas: o melhor controle sobre a composição dos nutrientes fornecidos às plantas; redução no ciclo da cultura e maior produtividade; menor consumo de água e de fertilizantes; melhor controle fitossanitário; redução em

alguns tratos culturais; dispensa rotação de cultura; redução de riscos climáticos; produção fora de época; melhor qualidade e preço do produto; produção próxima ao consumo e rápido retorno do capital.

A vantagem de se produzir rápido, com qualidade e economia, fortalece os produtores locais, podendo ser uma alternativa viável para o abastecimento em locais de climas diversos, como é o caso de regiões semiáridas, tal qual o experimento apresentado por SANTOS et al (2016), que em seu experimento produziu girassóis sob estresse salino em hidroponia de baixo custo.

Outra vantagem é a utilização em sistemas de reaproveitamento de água, como o realizado no experimento de BIZARI et al (2018), que fez o cultivo de Gladiolos em sistema hidropônico utilizando a água de reuso do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, apresentando resultados satisfatórios quando combinada com fertilizantes adicionais.

2.5 Solução refrigerada

O principal mecanismo de absorção de água e nutrientes pela planta se dá através das raízes, tal absorção pode ser de forma passiva, gerada pela demanda de água após o processo de evaporação nos estômatos, promovendo uma diferença de pressão que absorve a água de célula a célula, ou de forma ativa, determinada pelo aumento da concentração de sais no xilema, fazendo que haja a absorção de água pela raiz (PES e ARENHARDT, 2015).

Ainda segundo os autores, a temperatura desempenha papel importante na absorção de nutrientes pela raiz, haja vista que baixas temperaturas irão reduzir a permeabilidade das membranas celulares, diminuindo a respiração, causando o acúmulo de sais e uma menor absorção do sistema de absorção ativo. Já altas temperaturas podem ocasionar o fechamento dos estômatos, interferindo no mecanismo de transpiração, cessando o mecanismo de absorção passivo, havendo assim um intervalo de temperaturas adequado para o cultivo hidropônico de cada espécie.

Além disso, altas temperaturas de solução nutritiva podem reduzir a absorção de oxigênio pelas raízes, ocasionando o efeito conhecido como hipóxia, assim como

podem afetar o crescimento da raiz, a taxa de expansão foliar, o teor de água na folha e atividade fotossintética (BREMENKAMP et al, 2012).

2.6 Plataforma Arduino

Segundo PENIDO (2017), o fascínio exercido pela eletrônica, juntamente com a atual filosofia do “faça você mesmo” (do inglês “*Do It Yourself*”, D.I.Y.), vêm contribuindo para a disseminação de microcomputadores de baixo custo, voltados para os mais variados projetos acadêmicos.

A plataforma consiste em um projeto de fonte aberta, desenvolvida por equipes de pesquisadores pelo mundo todo, uma plataforma de prototipagem eletrônica de baixo custo, e que apresenta razoável grau de confiabilidade, baseada na linguagem de programação C (ARDUINO, 2022).

Com o Arduino é possível realizar inúmeros projetos para controle e monitoramento, sendo este de fácil uso, podendo-se conectar sensores e desempenhar as mais diversas atividades, tais como controlar luzes, motores e outros atuadores (PENIDO, 2017).

A **Figura 3** ilustra os componentes da placa UNO utilizada no experimento, que segundo FELIPE FLOP (2022), é a placa mais vendida e usada atualmente, contando com quantidade adequada de portas e boa compatibilidade com *shields*.

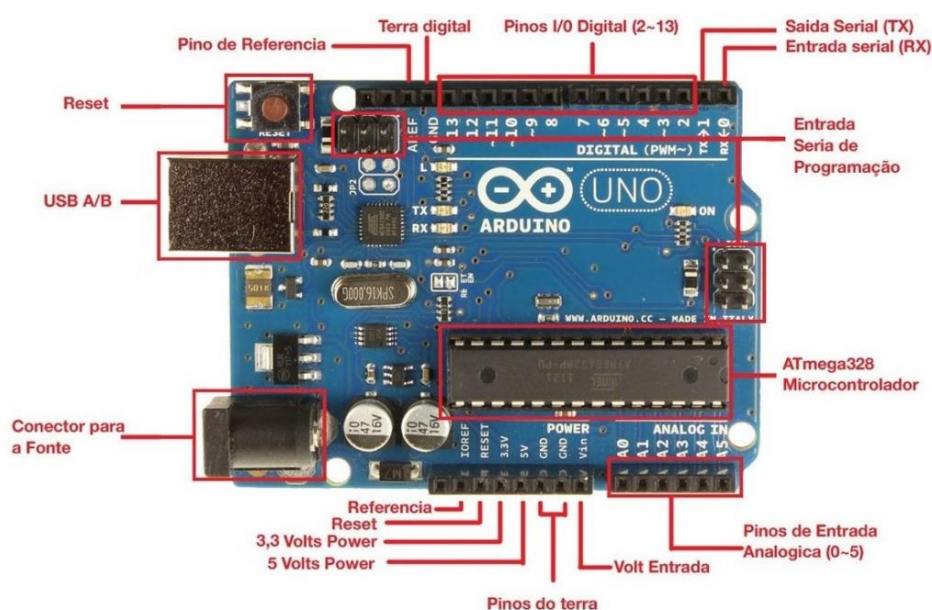


Figura 3 - Ilustra os componentes da placa Arduino UNO.
Fonte: Tech Sul Eletrônicos, 2021.

Para monitoramento de dados ambientais, temos o sensor de temperaturas à prova d'água DS18B20 (HUINFINITO, 2022) e o sensor combinado de temperatura e umidade relativa ambiente DHT22 (ELETROGATE, 2022), ilustrados na **Erro! Fonte d e referência não encontrada..**

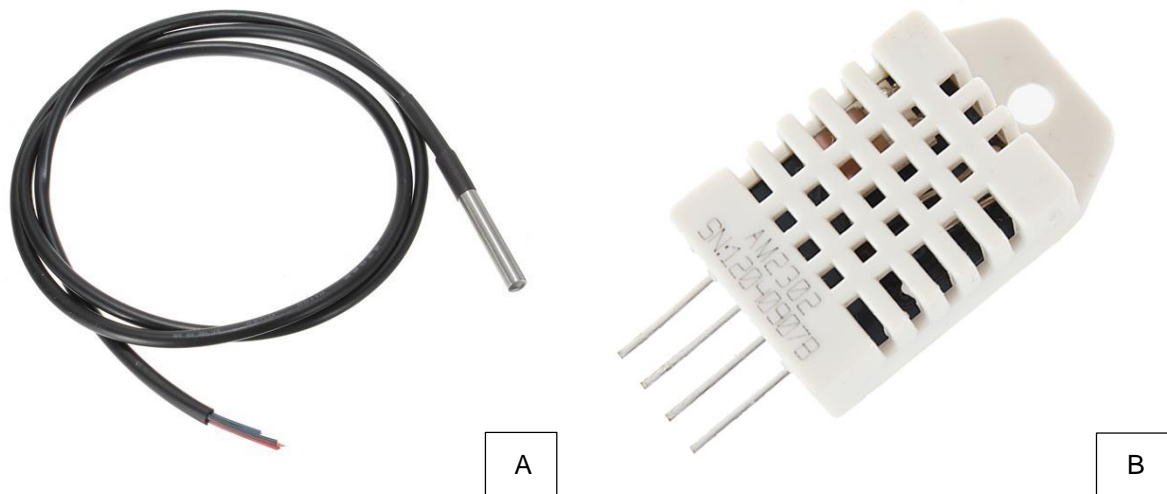


Figura 4 - Ilustra dos sensores: A) D18B20 e B) DHT22.
Fonte: HUINFINITO (2022) e ELETROGATE (2022).

A placa, combinada a estes dois sensores, e ao *Shield* para Arduino com RTC DS1307, o transformam em um *Data Logger* (USINAINFO, 2022) (Erro! Fonte de r eferência não encontrada.).



Figura 5 - Ilustra o Data Logger Shield com RTC DS1307.
Fonte: Filipe Flop, 2021.

Existem pesquisadores empenhados na aplicação da plataforma para auxílio de produtores rurais familiares, no processo de irrigação, visando reduzir o desperdício de água e tempo de produção, dentre outras formas de aplicação (CUNHA, 2015).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre os meses de julho a outubro de 2021, em casa de vegetação pertencente à Universidade do Estado de Mato Grosso – Campus Cáceres (latitude 16°4'36.27" Sul e longitude 57°39'10.77" Oeste) (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

A região caracteriza-se por predominar o clima quente e úmido, do tipo Tropical, com inverno seco (Awa), segundo a classificação de Köppen, composta por duas estações definidas, uma chuvosa, de novembro a abril, e uma seca, de maio a setembro (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

A temperatura média anual é de 32,4 °C, podendo atingir temperaturas de 40°C, a pluviosidade anual fica em torno de 1.335 mm (SANTOS, SEABRA e GADUM, 2009; NEVES, NUNES e NEVES, 2011).

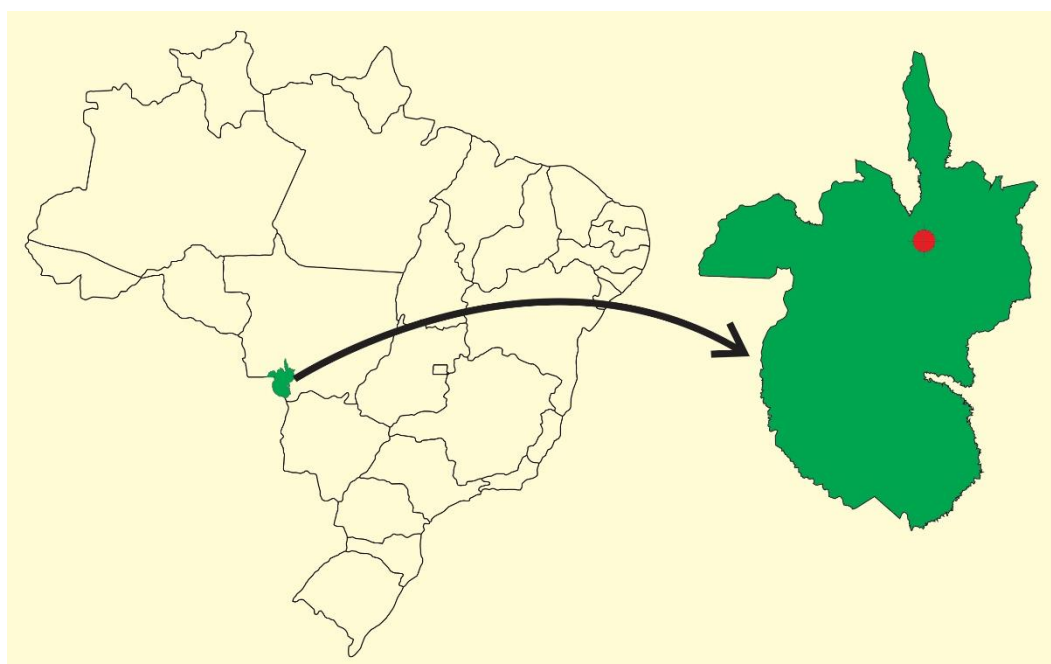


Figura 6 - Ilustra a localização da cidade de Cáceres, no mapa da federação. O marcador vermelho indica o local do experimento.

Fonte: Autor.

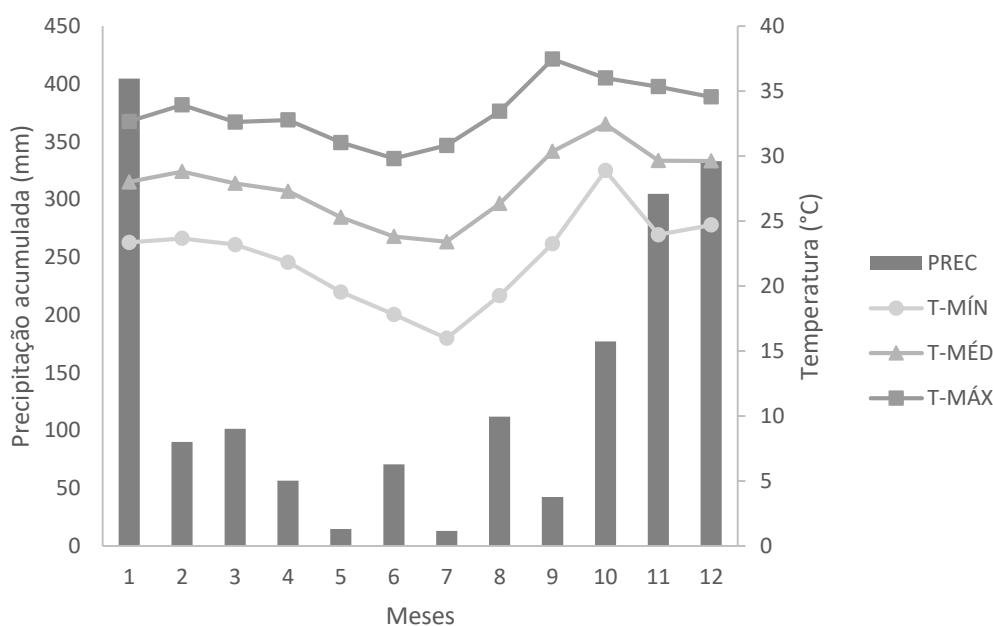


Figura 7 - Dados ambientais da cidade de Cáceres/MT, no ano de 2021. Onde: T-MÍN: Temperatura mínima média; T-MÉD: Temperatura média; T-MÁX: Temperatura máxima média; PREC: Precipitação acumulada.
 Fonte: Adaptado de Agritempo (2022).

Utilizou-se sementes de girassol de corte, da variedade Amarelo de Jardim Alto, da empresa Isla, que segundo o fabricante apresenta tempo médio de floração de 60 dias, com época de plantio recomendada para os meses de agosto a fevereiro (ISLA, 2021).

A implantação do sistema foi feita em uma área com ambiente protegido por telado com 70% de malha de sombreamento. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial com parcelas subdivididas no espaço, sendo as parcelas principais compostas por 2 adensamentos (15 e 30 plantas/m²) e as subparcelas por 4 temperaturas da solução nutritiva (20°C, 25°C, 30°C e temperatura não controlada) com 3 repetições, totalizando 24 parcelas experimentais.

O sistema de cultivo foi composto por duas bancadas horizontais contendo 12 canais de cultivo hidropônico cada, as canaletas de cultivo foram dispostas de forma horizontal, tendo estas 1,5 m de comprimento e 75mm de diâmetro, espaçadas em 25 cm, e orifícios circulares com 4 cm de diâmetro espaçados em 20 cm, totalizando sete orifícios por canal de cultivo, totalizando 84 plantas no adensamento maior e 42 no menor.

Adotou-se a configuração NFT (*Nutrient Film Technique*), de modo que uma lâmina d'água de 2 cm foi mantida durante todo o experimento, ajustada pela rotação do cano de saída, que apresentava uma conexão excêntrica.

O sistema de circulação de solução nutritiva foi composto por quatro sistemas independentes, um para cada temperatura. Cada sistema com uma bomba de 1/2CV, que era responsável por enviar solução a seis canaletas, três de cada adensamento. O fluxo em cada canaleta foi mantido em aproximadamente 0,5 l/min, ajustado através de registros na entrada de cada parcela, e o retorno se deu por gravidade, mantendo-se um sistema fechado (Erro! Fonte de referência não encontrada.).



Figura 8 - Ilustra os componentes da estrutura. Onde: TNC – Temperatura Não Controlada; T30 – Temperatura 30°C; T25 – Temperatura 25°C; T20 – Temperatura 20°C.
Fonte: Autor.

Os valores de temperaturas dos canais, assim como a temperatura, e umidade ambiente, foram monitorados por sensores DS18B20 e DHT22, conectados a um sistema *datalogger* Arduino, formados por uma placa *Uno*, e um *shield datalogger*, sendo os dados armazenados em um cartão SD, em um arquivo de texto.

A refrigeração das soluções foi feita de forma indireta, através da circulação de uma mistura refrigerada de água e álcool na proporção de 5%, bombeada através de serpentinas de cobre que estavam dentro de cada caixa de solução. Foi utilizada uma bomba dedicada a essa função, e para ativação do sistema foi utilizado um termostato eletrônico do tipo W1209 conectado a uma contatora (tipo de relé para

aplicações de alta potência que funciona ligando e desligando dispositivos), que acionava a bomba de refrigeração e acionava também uma válvula solenoide que direcionava o fluxo para dentro da serpentina das caixas. Vale salientar que o sistema de refrigeração era em circuito fechado, não tendo contato direto com as soluções nutritivas (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

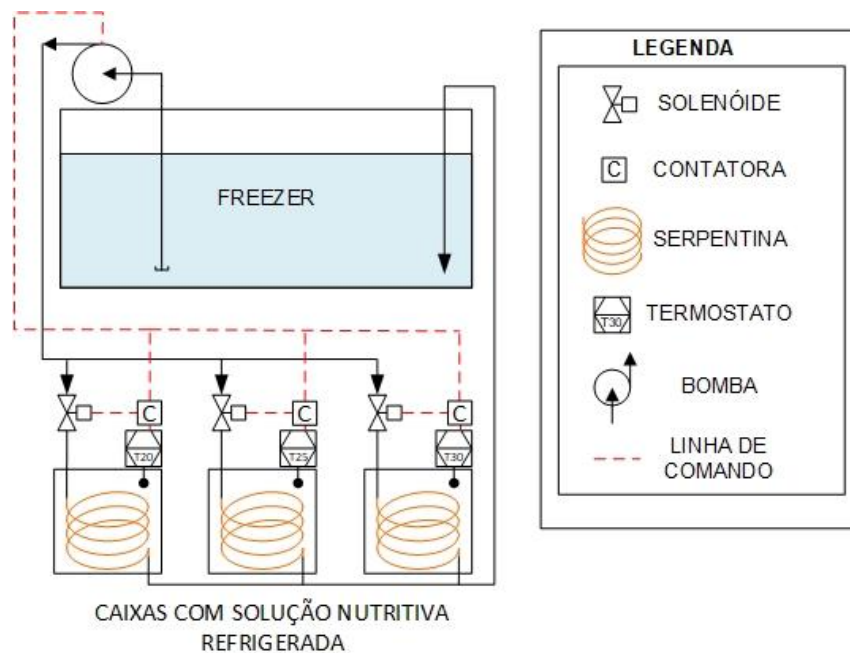


Figura 9 - Esquema ilustrativo mostrando o funcionamento do sistema de refrigeração.
Fonte: Autor.

As sementes de girassol foram semeadas em bandejas de isopor de 200 células, com capacidade individual de 15,58 cm³ de substrato, sendo o substrato utilizado a vermiculita de granulometria média. Estas foram irrigadas com solução padrão para hidroponia de hortaliças e a germinação ocorreu a partir do terceiro dia, sendo que o transplante das plântulas para as canaletas ocorreu no 20º dia que foi quando a maioria das plantas atingiram a altura necessária para transplante nos canais (altura aproximada de 5 cm). As plântulas foram cuidadosamente removidas das células, a vermiculita lavada de suas raízes, e foram transplantadas para os canais de cultivo, onde foram tutoradas inicialmente por copinhos de plástico, e após 10 dias os copos foram removidos, e o tutoramento se deu por fios de barbante de algodão (**Erro! Fonte de referência não encontrada.** e **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).



Figura 10 - Ilustra as plântulas na vermiculita.
Fonte: Autor.



Figura 11 - Ilustra as plântulas após a transferência.
Fonte: Autor.

O fluxo de solução nutritiva no sistema se deu de forma intermitente com 15 minutos de bomba ligada e 15 minutos desligada, controlado por um timer analógico, que ativava uma contadora e por sua vez ativava o conjunto de bombas (Figura 12). Visando evitar problemas de disponibilidade de oxigênio para as raízes, foi promovido o turbilhonamento da solução através do ajuste do fluxo de entrada, e também utilizou-

se das quedas nos canais de retorno de modo a deixá-lo turbulento e assim inserir ar na canaleta (Figura 13).

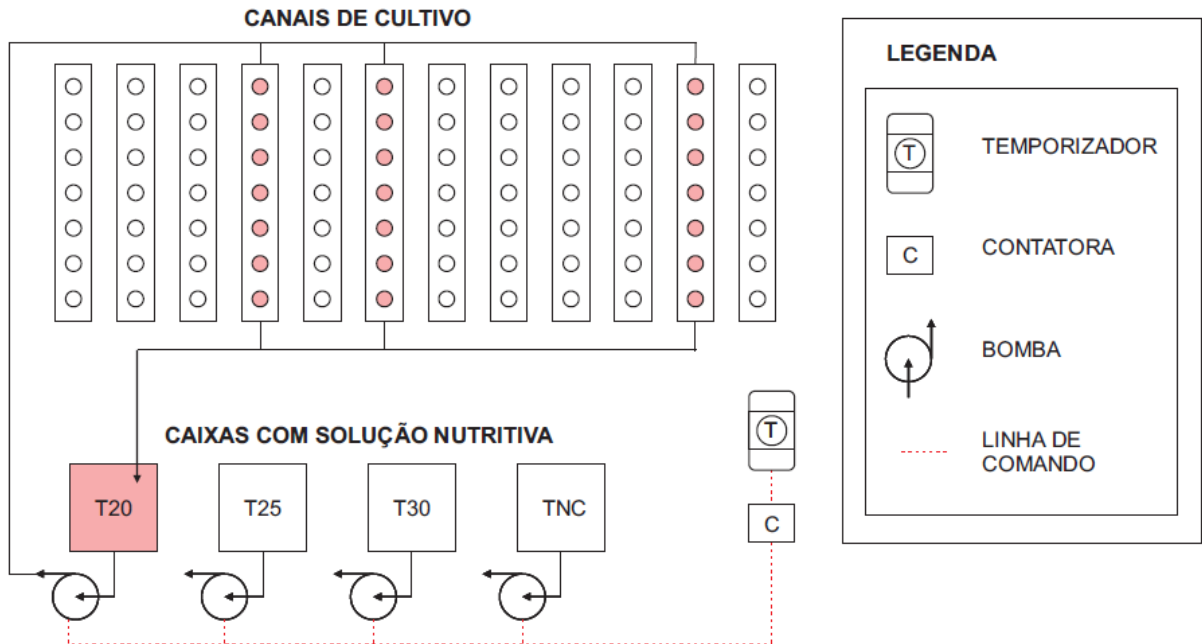


Figura 12 - Esquema ilustrativo mostrando o funcionamento do sistema de circulação da solução nutritiva de um dos tratamentos.

Fonte: Autor.



Figura 13 - Ilustra a disposição das bombas de circulação de solução, abaixo da estrutura.

Fonte: Autor.

Os valores diários de pH e condutividade da solução nutritiva foram monitorados com condutímetro e medidor de pH portátil, sendo a condutividade

mantida entre 1800 e 2200 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e o pH mantido entre 5,5 e 6,5 (recomendação de valores do fabricante da solução nutritiva, para cultivo hidropônico em geral). Foi utilizada a recomendação do fabricante Hidrogood, para 100 litros (66g de Composto Hidrogood Fert + 49,5g Nitrato de Cálcio + 3g Fe EDDHA) (**Tabela 1**).

Tabela 1 - Concentração de nutrientes na composição de solução nutritiva utilizada no experimento em $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$

N	P	K	Mg	Ca	S	Fe	Mn	B	Cu	Zn	Mo
142,73	59,40	184,80	21,78	128,70	28,38	1,80	0,33	0,40	0,07	0,13	0,46

Para manter o fornecimento adequado de nutrientes a todos os tratamentos, foi efetuada a troca semanal da solução nutritiva. As avaliações foram realizadas de forma individual, conforme a abertura do botão de cada flor, estando as pétalas em um ângulo aproximado de 180°, avaliando-se os seguintes parâmetros:

Altura de planta – AP (cm), obtida do comprimento entre a base da planta e a base do botão floral, medido com trena física; Diâmetro de haste – DH (mm), obtida da medição com paquímetro do diâmetro da base da haste comercial, 70 cm do botão floral; Diâmetro de caule – DC (mm), obtida da medição com paquímetro do diâmetro da base da planta, região de transição para a raiz; Diâmetro externo do capítulo – DEC (mm), obtida da medição com paquímetro do diâmetro externo às pétalas da inflorescência; Diâmetro interno do capítulo – DIC (mm), obtida da medição com paquímetro do diâmetro externo das flores férteis; Número de folhas – NFO (unidade), obtida da contagem de folhas, Número de botões – NB (unidade), obtida da contagem de botões florais desenvolvidos, Número de Flores – NFL (unidade), obtida da contagem do número de flores, Massa fresca da parte aérea – MFA (gramas), obtida através da aferição da massa fresca de toda parte aérea, excluindo-se a raiz; Massa fresca da haste – MFH (gramas), obtida através da aferição da massa fresca da haste comercial de 70 cm; Massa fresca de raiz – MFR (gramas), obtida através da aferição da massa fresca da raiz; Massa seca da parte aérea – MAS (gramas), obtida através da aferição da massa seca de toda parte aérea, excluindo-se a raiz; Massa seca de haste – MSH (gramas), obtida através da aferição da massa seca da haste comercial de 70 cm; Massa seca de raiz – MSR (gramas), obtida através da aferição da massa seca da raiz; dias até a abertura da flor – DA (dias), tempo decorrido entre a semeadura e a abertura da inflorescência.

Todas as variáveis foram analisadas com a utilização de equipamentos laboratoriais sendo: balança de precisão, utilizada para determinar as massas fresca e seca, trena física, paquímetro e régua, utilizados para medir a biometria das plantas. Para realizar a secagem das amostras empregou-se o método de secagem convencional utilizando estufa de circulação forçada de ar e demanda de 12 a 72 horas, à temperatura média de 65°C (BORGES *et al.*, 2011).

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste f) e, caso apresentassem significância estatística, submetidas à análise de regressão a 5% de probabilidade. Para realização de todas as análises estatísticas, utilizou-se os recursos computacionais da plataforma AgroEstat (BARBOSA e MALDONADO JUNIOR, 2015) e do programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a avaliação das características fenológicas das plantas, não foi encontrada documentação específica para a cultivar utilizada no experimento, de modo que esta análise será embasada na documentação presente na página de VEILING (2021).

Segundo a documentação para uma haste padronizada de 70 cm, deve-se ter diâmetro mínimo de haste de 8 mm, diâmetro externo de botão de 60 mm, além de não apresentarem defeitos graves de ausência de pétalas e manchas nas folhas.

Foram obtidas inflorescências de bom aspecto, com boas características comerciais, diâmetro externo médio de 108,83 mm, diâmetro interno médio de 59,66 mm e diâmetro de haste médio de 13,42 mm. Vale salientar que todas as hastes foram padronizadas com altura de 70 cm, porém a altura média das plantas foi de 119,79 cm (Figuras 14 a 17).



Figura 14 - Plantas durante a colheita.

Fonte: Autor.

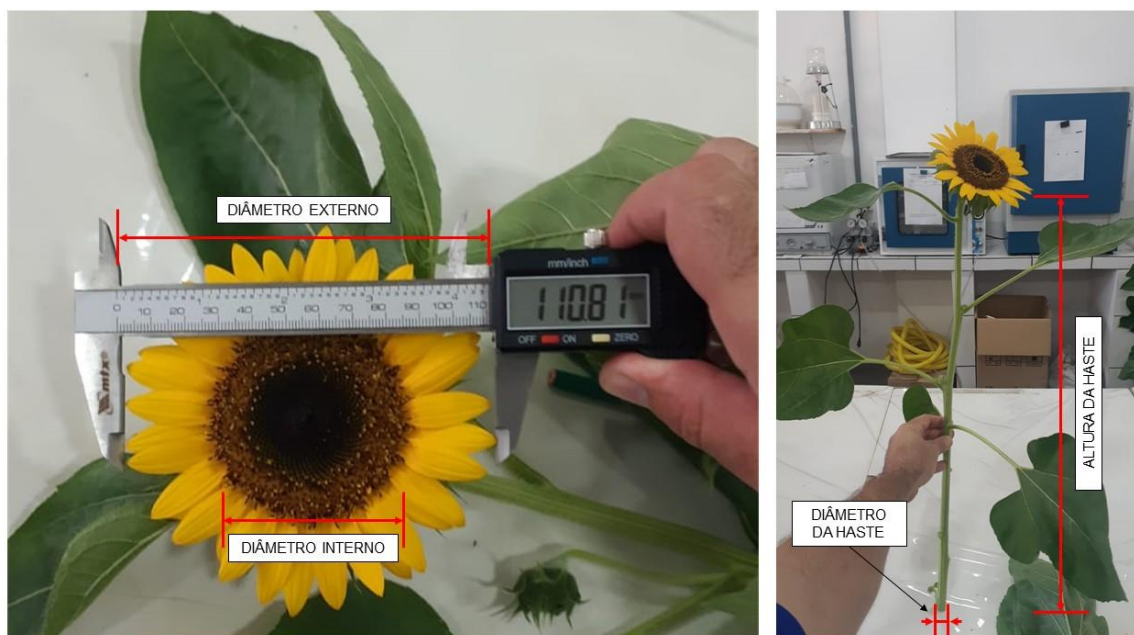


Figura 15 - Haste, e inflorescência de uma planta com dimensões próximas às médias do experimento.
Fonte: Autor.



Figura 16 - Ilustra uma das inflorescências.
Fonte: Autor.



Figura 17 - Detalhe das flores no capítulo.
Fonte: Autor.

O tempo médio até a abertura total da inflorescência foi de 64 dias, pouco superior à média informada pelo fabricante, que é de 60 dias (ISLA, 2021), com períodos de abertura variando entre 52 e 89 dias.

SILVA (2017), trabalhando com a cultivar Amarelo de Jardim Alto, plantada em solo, obteve valores médios de diâmetro externo de 66,40 mm e de diâmetro interno de 43,27 mm, assim como altura média de planta de 105,83 mm e diâmetro de haste de 13,39 mm, demonstrando que as configurações hidropônicas do presente experimento foram mais favoráveis do que as encontradas no cultivo em solo, para este caso.

Na **Figura 18** são apresentados os valores médios dos parâmetros ambientais monitorados pela plataforma Arduino.

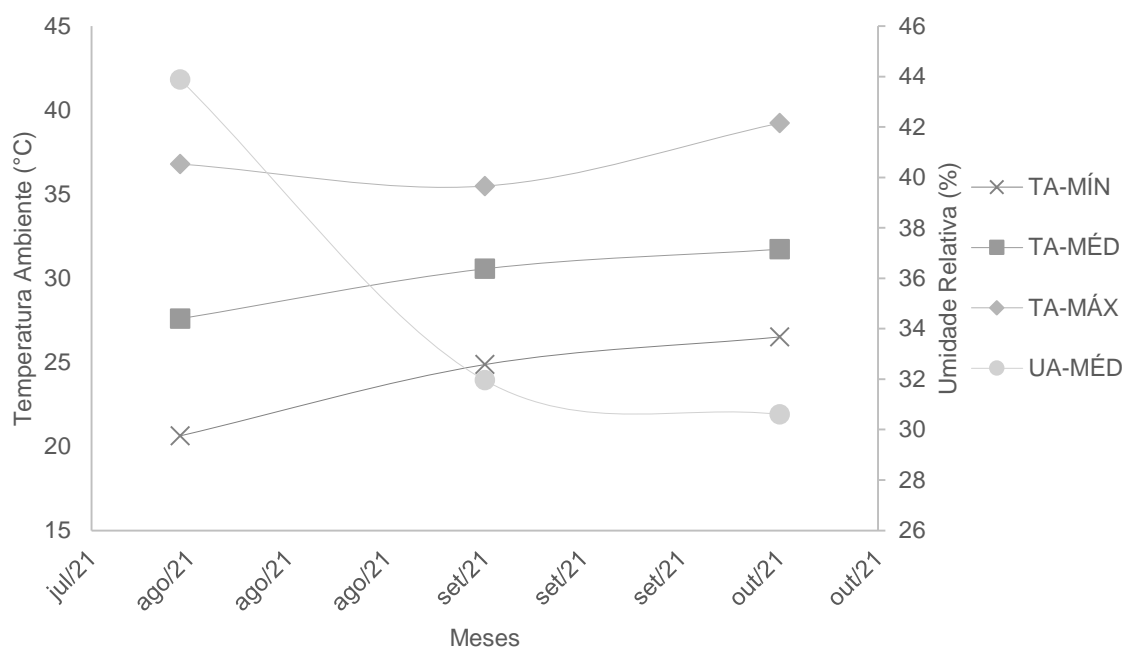


Figura 18 - Gráfico com os valores de parâmetros ambientais médios monitorados pela plataforma Arduino. Onde: TA-MÍN é a temperatura ambiente mínima média; TA-MÉD é a temperatura ambiente média; TA-MÁX é a temperatura ambiente máxima; UA-MÉD é a umidade relativa média.

Fonte: Autor.

Vale salientar que a precipitação acumulada exibida na Erro! Fonte de r eferência não encontrada., reflete a precipitação total do mês e que o experimento foi executado até o dia 12, período até o qual as precipitações eram menos frequentes.

Quanto às temperaturas das soluções nutritivas, constatou-se que o dimensionamento do sistema de refrigeração não foi suficiente para manter a temperatura exata dos tratamentos, contudo houve diferença de temperaturas médias, conforme evidenciado na **Tabela 2**.

Tabela 2 - Médias das temperaturas das soluções nutritivas, monitoradas pelo sistema Arduino. Onde: T20 é a temperatura média do tratamento de 20°C; T25 é a temperatura média do tratamento de 25°C; T30 é a temperatura média do tratamento de 30°C; TNC é a temperatura média da caixa testemunha

Temperaturas das caixas de soluções			
T20 (°C)	T25 (°C)	T30 (°C)	TNC (°C)
23,05	26,62	27,54	28,51

Quanto à análise dos dados, para a variável DIC (Diâmetro Interno do Capítulo) houve diferença estatística significativa, pelo teste f ($P \leq 0,05$), para os tratamentos

térmicos aplicados. Como pode ser visto na **Tabela 3**, a temperatura de 27,54°C, referente ao tratamento T30°C, foi a que apresentou o maior DIC

Tabela 3 - Médias gerais para o DIC (Diâmetro Interno do Capítulo)

Temperatura	Média
T30 °C	62,923 a
TNC °C	59,772 a b
T25 °C	58,398 a b
T20 °C	57,538 b
DMS (5%): 7,5977	

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Onde: T20 é a temperatura média do tratamento de 20°C; T25 é a temperatura média do tratamento de 25°C; T30 é a temperatura média do tratamento de 30°C; TNC é a temperatura média da caixa testemunha.

As médias do DIC (Diâmetro Interno do Capítulo) foram comparadas pela análise de regressão polinomial por meio do software Sisvar (FERREIRA, 2011), e apresentou significância ao modelo linear de regressão, pelo teste F ($P \leq 0,05$) (**Figura 19**).

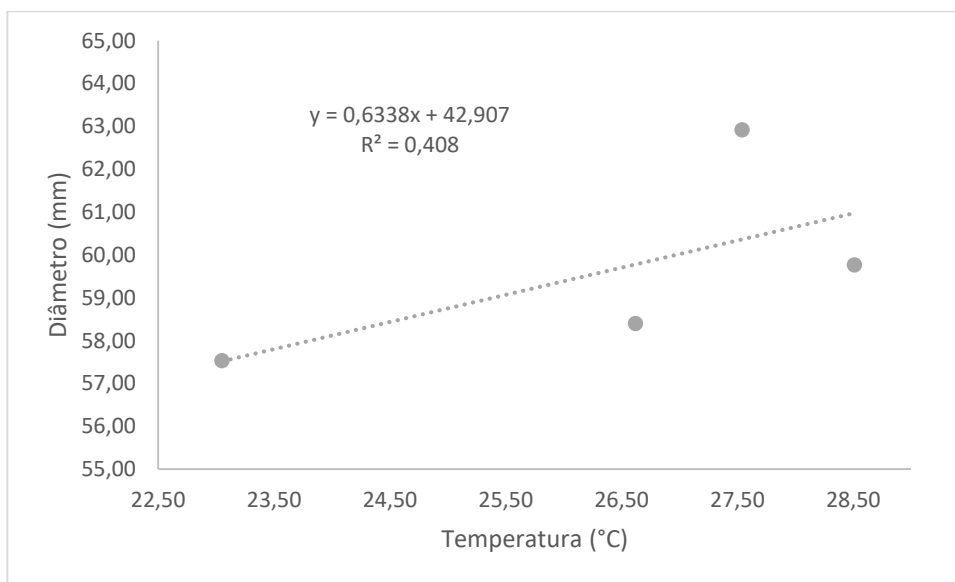


Figura 19. Médias gerais de diâmetro interno do capítulo, em função das temperaturas de solução nutritiva.

O resultado vem ao encontro dos obtidos por VILLELA JÚNIOR, ARAÚJO E FACTOR (2004), BREMENKAMP et al (2012), RAWAHY e MBAGA (2019), AL-RAWAHY et al (2019), TRIYONO et al (2019), dentre outros, que realizaram

experimentos com condicionamento térmico de soluções hidropônicas, encontrando diferenças estatísticas nas variáveis analisadas para diversas culturas.

Quando à influência do fator adensamento, foram observadas diferenças significativas para os valores de Diâmetro externo do capítulo (DEC, mm); Diâmetro interno do capítulo (DIC, mm); Diâmetro da haste (DH, mm); Diâmetro do caule (DC, mm); Massa fresca da parte aérea (MFA, g); Massa fresca da haste (MFH, g); Massa fresca da raiz (MFR, g) e Massa seca da haste (MSH, g), onde em todas essas variáveis, o plantio menos adensado (15 plantas/m²) apresentou médias de características fisiológicas mais robustas e vistosas (**Tabela 4 e Figura 20**).

Tabela 4 - Quadrados médios e médias dos adensamentos, para as variáveis com diferenças estatísticas significativas

FV	GL	Quadrados Médios													
		DEC	DIC	DH	DC	MFA	MFH	MFR	MSH						
Adensamento (A)	1	2036741,00 *	859,76 *	0,13 *	2608102,00 *	1721,10 *	274,71 *	199,28 *	327,48 *						
Temperatura (T)	3	230926,00 ns	76,55 *	0,00 ns	23114,00 ns	86,50 ns	2,43 ns	1,17 ns	6,98 ns						
A x T	3	116696,00 ns	62,27 ns	0,00 ns	107529,00 ns	16,75 ns	8,46 ns	2,65 ns	12,25 ns						
Resíduo (Adensamento)	4	216248,00	60,67	0,01	335149,00	117,34	13,68	23,08	36,63						
Resíduo	12	102688,00	19,28	0,01	141373,00	72,39	9,27	9,44	16,30						
CV (Adensamento)	%	11,57	9,66	3,54	35,03	16,77	11,51	25,56	35,08						
CV (Temperatura)	%	7,97	5,45	3,52	22,75	13,17	9,47	16,35	23,40						
Média geral		108,83 mm	59,66 mm	13,42 mm	16,88 mm	318,56 g	163,33 g	70,32 g	16,09 g						

Variáveis com transformação Box-Cox estimada e aplicada, onde: Significativo pelo teste f a 5% de probabilidade (*); Não significativo (ns); Fonte de Variação (FV); Grau de liberdade (GL); Diâmetro externo do capítulo (DEC, mm); Diâmetro interno do capítulo (DIC, mm); Diâmetro da haste (DH, mm); Diâmetro do caule (DC, mm); Massa fresca aérea (MFA, g); Massa fresca da haste (MFH, g); Massa fresca de raiz (MFR, g); Massa seca da haste (MSH, g); Coeficiente de variação (CV). Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

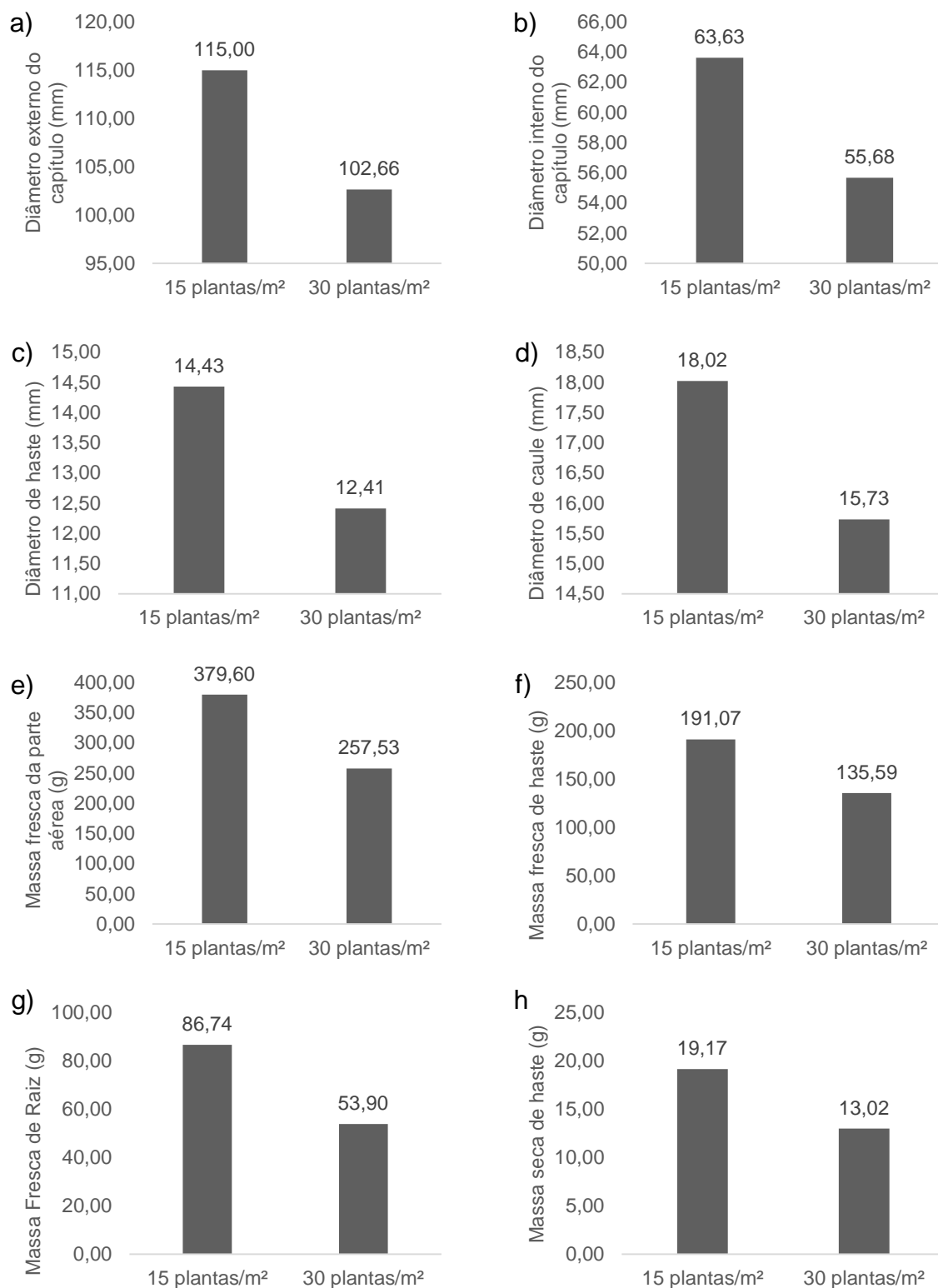


Figura 20 - Valores médios obtidos para as variáveis nos adensamentos maior e menor. Onde: a) Diâmetro externo do capítulo (DEC); b) Diâmetro interno do capítulo (DIC); c) Diâmetro da haste (DH); d) Diâmetro do caule (DC); e) Massa fresca aérea (MFA); f) Massa fresca da haste (MFH); g) Massa fresca de raiz (MFR); h) Massa seca da haste (MSH).

Para a variável diâmetro externo do capítulo (DEC) a média geral foi de 108,83mm. No adensamento de 15 plantas/m², obteve-se o valor médio de 115 mm, 12% maior que a média obtida no adensamento de 30 plantas/m², que foi de 102,66 mm. Para ambos os casos, o valor é superior ao tamanho mínimo de referência dos valores de referência (VEILING, 2021), de modo que se considerássemos o diâmetro externo como fator predominante para a comercialização, estas estariam aptas.

Para o adensamento 30 plantas/m², o menor valor de diâmetro externo registrado foi 63,55 mm e o maior valor registrado foi de 151,14 mm. Já para o adensamento 15 plantas/m², o menor valor foi 75,49 mm e o maior foi 141,84 mm. Como pode ser observado, o adensamento de 15 plantas/m² promoveu uma maior homogeneização do diâmetro externo das inflorescências.

Para a variável diâmetro interno do capítulo – DIC, a média geral foi de 59,66 mm. No adensamento de 15 plantas/m², obteve-se o valor médio de 63,63 mm, 14 % maior do que a média do adensamento de 30 plantas/m², que foi 55,68 mm. O menor valor para o adensamento de 15 plantas/m² foi de 40,64 mm, e o maior 80,32 mm. Para o adensamento de 30 plantas/m² o menor valor foi 35,79 mm e o maior 80,26mm, demonstrando novamente que a amplitude de valores foi menor no adensamento de 15 plantas/m².

Como pode ser visto na **Figura 20**, tais diferenças continuam expressivas nas demais variáveis com significância estatística, sendo estas: DH (16,28%); DC (14,56%); MFA (47,40%); MFH (40,92%); MFR (60,93%) e MSH (47,24%).

Os resultados vêm ao encontro dos obtidos nos trabalhos de: MLADENOVÍČ *et al* (2020), o qual verificou que o adensamento promoveu diferenças de valores de diâmetro externo de capítulo; JUNIOR *et al* (2015), os quais constataram que após 35 dias de plantio a densidade exerceu influência no diâmetro médio do caule das plantas de girassol, cultivadas em sistema hidropônico sob estresse salino e diferentes densidades de plantio e BEZERRA *et al* (2014), os quais verificaram que diferentes arranjos espaciais, na plantação de girassol, promoveram diferenças fenotípicas, dependendo do local de cultivo, e segundo ele tais diferenças podem estar relacionadas à manifestação da plasticidade fenotípica às condições do habitat.

Quanto às raízes das plantas, constatou-se que após determinado tempo de cultivo estas crescem a ponto de atrapalhar o fluxo de solução no interior das canaletas (**Figura 21**), fato agravado no adensamento maior, onde as raízes se

emaranhavam, dificultando inclusive a remoção da planta para avaliação, o que permite inferir que a competição por espaço na região da raiz, pode ter sido um dos fatores determinantes para as diferenças encontradas entre os adensamento. Resultado similar ao obtido por LANDGRAF et al (2017), que em seu trabalho observou diferentes padrões de hastes comerciais de Copo-de-leite, trabalhando com diferentes tamanhos de perfis hidropônicos.



Figura 21 - Ilustra as proporções da raiz, de uma planta do adensamento 15 plantas/m², em relação à canaleta de cultivo.

Fonte: Autor.

5. CONCLUSÕES

O sistema hidropônico automatizado em configuração NFT, com utilização de solução padrão de cultivo, é eficiente para produção de Girassol de corte na região sudoeste do MT.

O adensamento de 15 plantas/m², é o mais indicado, pois propiciou plantas com boas características fisiológicas atingindo o padrão Veiling de comercialização.

A temperatura da solução indicada para o cultivo de girassol é de 27,54°C (tratamento de 30°C), por proporcionar diâmetro interno de capítulo maior.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRITEMPO. **Sistema de Monitoramento Agrometeorológico**. Disponível em: <<https://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/Estatisticas/pesquisaAvancada.jsp?siglaUF=MT>>. Acesso em 12 de janeiro de 2022.

AL-RAWAHY, M. S.; AL-RAWAHY, S. A.; AL-MULLA, Y. A.; & NADAF, S. K. Effect of cooling root-zone temperature on growth, yield and nutrient uptake in cucumber grown in hydroponic system during summer season in cooled greenhouse. **Journal of Agricultural Science**, v.11, p.47-60, 2019.

ARDUINO. **What is Arduino?**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em 10 de março de 2022.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W. AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. **Jaboticabal, FCAV/UNESP. 396p**, 2015.

BEZERRA NETO, E. Hidroponia. Cadernos do Semiárido: riquezas e oportunidades. Recife, PE. **Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco**. v. 6, n. 6, 2017.

BEZERRA, F. T. C.; DUTRA, A. S.; BEZERRA, M. A. F.; OLIVEIRA FILHO, A. F. D.; BARROS, G. D. L. Comportamento vegetativo e produtividade de girassol em função do arranjo espacial das plantas. **Revista Ciência Agrônômica**, v.45, p.335-343, 2014.

BIZARI, D. R.; BATTIBUGLI, J. V. F.; CARDOSO, J. C.; GAZAFFI, R.; & SOUZA, C. F. Água de reuso no cultivo de gladiolo em sistema hidropônico. **Irriga**, v. 23, n. 2, p. 286-297, 2018.

BORGES, Bernardo Melo Montes Nogueira *et al.* Métodos de determinação da matéria seca e dos teores de macronutrientes em folhas de alface. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Jaboticabal, SP, v. 5, n. 1, p.12, 2011.

BRAINER, M. S. C. P. Flores e plantas ornamentais. **Caderno Setorial ETENE**. n. 95, p. 1-16, 2019.

BREMENKAMP, D. M.; GALON, K., HELL, L. R.; PASSOS, G.; CAZAROTI, E. P. F.; COMETTI, N. N. Efeito da temperatura da solução nutritiva no crescimento da alface (*Lactuca sativa* L.) em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, v.30, p.596-604, 2012.

CASTRO, C. D.; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; LEITE, R. D. C.; KARAM, D., MELLO, C. H.; FARIAS, J. R. B. A cultura do girassol. **Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 1996.

CHANG, H. S.; CHAKRABARTY, D.; HAHN, E. J.; PAEK, K. Y. Micropropagation of calla lily (*Zantedeschia albomaculata*) via in vitro shoot tip proliferation. **In Vitro Cellular and Developmental Biology Plant**, v. 39, n. 2 p. 129 134, 2003.

CUNHA, K. C. B. da; ROCHA, R. V. Automação no processo de irrigação na agricultura familiar com plataforma Arduino. RECoDAF. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, v. 1, n. 2, p. 62-74. 2015.

CURTI, G. L.; MARTIN, T. N.; DE LURDES FERRONATO, M.; & BENIN, G. Girassol ornamental: caracterização, pós-colheita e escala de senescência. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 240-250, 2012.

DA SILVA NEVES, S. M. A.; NUNES, M. C. M.; NEVES, R. J. Caracterização das condições climáticas de Cáceres/MT-Brasil, no período de 1971 a 2009: subsídio às atividades agropecuárias e turísticas municipais. **Boletim goiano de geografia**, v. 31, n. 2, p. 55-68, 2011.

DE MEDEIROS, C. M.; DA LUZ, P. B. Produção de girassol ornamental e o uso de resíduo industrial como substrato. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. e28210615263-e28210615263, 2021.

ELETROGATE. **Sensor de temperatura e umidade DHT22**. Disponível em: <<https://www.eletrogate.com/sensor-de-umidade-e-temperatura-dht22-am2302>>. Acesso em 10 de março de 2022.

FELIPE FLOP. **Arduino UNO R3**. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/placa-uno-r3-cabo-usb-para-arduino/>> Acesso em 10 de março de 2022.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

HUINFINITO. **Sensor de temperatura DS18B20**. Disponível em: <<https://www.huinfinito.com.br/sensores/931-sensor-de-temperatura-ds18b20-prova-d-agua.html>>. Acesso em 10 de março de 2022.

IBRAFLOR. **O mercado de flores no Brasil**. Disponível em: <<https://www.ibraflor.com.br/numeros-setor>>. Acesso em: 02 de nov. de 2021.

ISLA. **Girassol de Jardim Amarelo Alto**. Disponível em: <<https://www.isla.com.br/produto/girassol-de-jardim-amarelo-alto/392>>. Acesso em: 02 de nov. de 2021.

JÚNIOR, J. A. S.; GHEYI, H. R.; DA SILVA DIAS, N.; & GUEDES FILHO, D. H. Crescimento do girassol em sistema hidropônico sob estresse salino e densidades de plantio. **Irriga**, v. 20, n. 2, p. 233-247, 2015.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. Sustentabilidade na floricultura brasileira: apontamentos introdutórios para uma abordagem sistêmica. **Ornamental Horticulture**, v. 24, n. 2, p. 155-162, 2018.

LANDGRAF, P. R. C.; MARQUES, D. J.; MANTOVANI, J. R.; SILVA, A. B. D.; PAIVA, P. D. D. O.; ALMEIDA, E. F. A. D.; SILVA, R. S. D. Produção de copo-de-leite cultivado em sistema hidropônico-NFT. **Ornamental Horticulture**, v.23, n.4, p.407-411, 2017.

LANDGRAF, P. R. C.; MARQUES, D. J.; MANTOVANI, J. R.; SILVA, A. B.; SANTOS, B. R.; PAIVA, P. D. O.; SILVA, R. S. Teor de nutrientes e trocas gasosas em plantas de copo-de-leite cultivadas em sistema hidropônico. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v.50, n.11, p.1027-1032, 2015.

MATO GROSSO. **Empaer lança cartilha sobre o cultivo de flores tropicais e potencial da cadeia produtiva**. Disponível em: http://www.mt.gov.br/rss/-/asset_publisher/Hf4xlehM0lwr/content/id/14651038. Acesso em: 19 de dez. 2021.

MLADENOVIĆ, E.; CVEJIĆ, S.; JOCIĆ, S.; ĆUK, N.; ČUKANOVIĆ, J.; JOCKOVIĆ, M.; MARJANOVIĆ-JEROMELA, A. Effect of plant density on stem and flower quality of single-stem ornamental sunflower genotypes. **Horticultural Science**, v. 47, n. 1, p. 45-52, 2020.

NEVES, M. F.; PINTO, M. J. A. Mapeamento e quantificação da cadeia de flores e plantas ornamentais do Brasil. **OCESP**. São Paulo, 2015.

NEVES, S. A. S. M.; NUNES, M. C. M.; NEVES, J. R.; Caracterização das condições climáticas de Cáceres/MT Brasil, no período de 1971 a 2009: subsídio às atividades agropecuárias e turísticas municipais. **Boletim Goiano de Geografia**. Goiânia, v. 31, n. 2, p. 55-68, 2011.

PAIVA, P. D. O.; ALMEIDA, E. F. A. **Produção de flores de corte**. Lavras, MG: Ed. UFLA, v. 2., 2014.

PENIDO, E. C. C. **Projetos de automação com o Arduino: guia detalhado para aplicações industriais, residenciais e agrícolas**. Editora UFV, P. 8-15, Viçosa, 2017.

PES, L. Z.; ARENHARDT, M. H. **Fisiologia vegetal**. Santa Maria, RS. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, Rede e-Tec Brasil, 2015.

RAWAHY, M. S. S. A.; MBAGA, M. D. Cost benefit analysis of growing cucumbers in greenhouse at different cooling of nutrient solution temperatures in closed hydroponic system in oman. **Sustainable Agriculture Research**, v. 8, n. 526-2020-509, p. 74-81, 2019.

SALES, T. S.; PAIVA, P. D. D. O.; MANFREDINI, G. M.; NASCIMENTO, Â. M. P. D.; REIS, M. V. D. Relações hídricas em flores de copo-de-leite mantidas em diferentes soluções pós-colheita. **Ornamental Horticulture**, v. 27, n. 2, p. 126-136, 2021.

SANTOS, C. L.; SEABRA J.R.S; GADUM.L.J. Desempenho de cultivares de alface tipo crespa sob altas temperaturas em Cáceres-MT. **Agrarian**, v. 2, n. 3, p. 87-98, 2009.

SANTOS, J. A.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, A. R.; DIAS, N. D. S.; MEDEIROS, S. D. S. Produção e pós-colheita de flores de girassóis sob estresse salino em hidroponia de baixo custo¹. **Engenharia agrícola**, v. 36, p. 420-432, 2016.

SEBRAE. **Como montar uma hidroponia**. Série Ideias de Negócio, 30 p., 2017.
SEBRAE. **Flores e plantas ornamentais do Brasil**. Série Estudos Mercadológicos, v. 1, Brasília, 2015.

SILVA, E. Colapso das Flores. **Revista Globo Rural**, São Paulo, p. 58-61, 2020.
SILVA, S. D. P. **Cultivo de girassol ornamental para corte em condições semiáridas**. Petrolina: Universidade do Vale do São Francisco, 2017. 70p. (Dissertação - Mestrado em produção vegetal).

TRİYONO, S.; PUTRA, R. M.; WALUYO, S.; AMIN, M. The effect of three different containers of nutrient solution on the growth of vegetables cultured in DFT hydroponics. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v.355, n. 1, p. 012092, 2019.

USINAINFO. **Shield Data Logger Arduino com RTC DS1307**. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/shields-para-arduino/shield-data-logger-arduino-com-rtc-ds1307-para-registro-de-dados-4487.html>>. Acesso em 10 de março de 2022.

VEILING. **Maço Girassol (Linha Poética)**. Disponível em: <https://veiling.com.br/produtos/maco-helianthus-annuus/>. Acesso em: 19 de dezembro de 2021.

VILLELA JÚNIOR, L. V.; DE ARAÚJO, J. A.; & FACTOR, T. L. Análise do resfriamento da solução nutritiva para cultivo hidropônico do morangueiro. **Engenharia Agrícola**, v. 24, p. 338-346, 2004.

WADE, G. Soil preparation and planting procedures for ornamental plants in the landscape. **UGA Cooperative Extension Bulletin**. Georgia, 8 p. 2013.