

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**GABRIEL ARCOCHA PRADO TEIXEIRA**

**PRODUÇÃO DE RABANETE SUBMETIDO A DIFERENTES  
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE NITROGÊNIO**

**VIÇOSA – MINAS GERAIS**

**2023**

**GABRIEL ARCOCHA PRADO TEIXEIRA**

**PRODUÇÃO DE RABANETE SUBMETIDO A DIFERENTES  
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE NITROGÊNIO**

Relatório final apresentado a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências, para obtenção do título de Engenheiro Agrícola e Ambiental.

Orientador: Carlos Augusto Brasileiro de Alencar

Coorientador: Fernando França da Cunha

**VIÇOSA – MINAS GERAIS**

**2023**

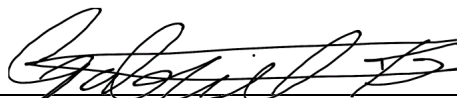
**GABRIEL ARCOCHA PRADO TEIXEIRA**

**PRODUÇÃO DE RABANETE SUBMETIDO A DIFERENTES  
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE NITROGÊNIO**

Relatório final, apresentado a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências, para obtenção do título de Engenheiro Agrícola e Ambiental.

APROVADO: 07 de dezembro de 2023.

Assentimento:



---

Gabriel Arcocha Prado Teixeira

Autor



---

Carlos Augusto Brasileiro de Alencar  
Orientador

Aos meus pais Francisco Osvaldo Prado Teixeira e Alice Arcocha Teixeira.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, Nossa Senhora e todos os santos, por serem minha base, meu refúgio, minha força, e mostrarem o caminho, ainda que eu não enxergasse ou entendesse.

Aos meus pais, que tornaram esse caminho possível, viabilizando e sempre incentivando esta jornada, com o melhor que puderam.

A minha esposa Brenda Alves Beirigo Teixeira, fonte de amor, carinho, mulher ímpar, profissional impecável - que aceitou estar ao meu lado diante de Deus.

Ao meu irmão Nicolas Arcocha Prado Teixeira, companheiro de vitórias e derrotas.

Ao Nestor Cardoso Junior, meu primo amado, vulgo “Cabeção”, que sempre esteve ao lado, incentivando a sua maneira, e que estaria comemorando muito este momento. A falta que você faz, principalmente para me falar que não fiz mais que minha obrigação, é incomensurável.

Ao meu avô Manoel Arcocha, que deve estar no Céu, feliz e contente com essa conquista. Escuto sua voz através de minhas lembranças, dizendo, que minha formação iria ajudar aos meus e aos outros - que assim seja meu avô, o senhor foi e é exemplo de homem.

Aos meu avô Ditinho, avô Manoel, avó Magali e avó Julieta, cernes de ambas famílias, capazes de constituir famílias, que sob suas tutelas, representassem fielmente o significado da instituição mais sagrada, depois de Nosso Senhor.

A minha madrinha que sempre fez o possível para me ajudar e incentivar.

As minhas famílias de modo geral.

Aos meus tios e tias.

Aos meus amigos que estiveram junto nos bons e desafiantes momentos.

Aos meus colegas de curso e das disciplinas, que dividiram dificuldades e somaram esforços para o aprendizado e êxito nas disciplinas mais difíceis, sem eles esse caminho seria muito mais difícil.

Aos companheiros de futebol, tanto da LUVE, quanto da AAAE, que dividiram o tempo e formaram verdadeiras equipes, proporcionando momentos ímpares, concretizando muitas vitórias.

Ao Jiu-Jitsu, a Paiva Team, ao Mestre Arlindo Paiva e aos companheiros de treino, grandes aliados na reta final do curso.

Aos companheiros da república Oi Vizinhas que fizeram dessa caminhada algo mais gratificante e edificante no convívio do dia a dia.

Ao meu orientador, professor Carlos Augusto Brasileiro de Alencar, que esteve junto durante a caminhada da escrita do TCC e nas disciplinas do curso, sua ajuda e disposição foram grande aliadas nessa tarefa da busca do diploma. O senhor é fora da curva.

Ao professor Rubens Alves de Oliveira que despertou meu interesse na irrigação, com suas aulas impactantes e empolgantes, que mais pareciam de um recente professor, mas que eram resultado de sua vitalidade e conhecimento sem medida.

Ao meu coorientador professor Fernando França da Cunha, que ajudou e muito na construção do TCC, me cobrando e ajudando em minha formação.

A professora Fernanda Campos de Sousa, que sempre esteve a disposição para ajudar durante o TCC, e também pelas aulas em Construções Rurais e Ambiência.

Ao hoje professor Luan Brioschi Giovanelli, pela confiança em me orientar no meu estágio na UEPE de Irrigação e Drenagem, na condução do experimento dele, quando era doutorando na UFV. Ao Zé, funcionário da área, que tanto nos ajudava com sua boa vontade. Aos outros estagiários à época, que sempre estavam dispostos a ajudar.

Aos professores, que cada um ao seu modo, ensinam de maneira fiel e aguerida os tantos conhecimentos necessários para concluir este curso tão amplo e difícil, que além de nos ajudar nos conteúdos, nos ajudam, aconselhando e incentivando em diversos momentos.

Ao DEA, o melhor departamento, sim o departamento, porquê é a “cultura” e as personalidades únicas que por lá passam, que fazem um ambiente tão engrandecedor.

Aos departamentos, DPF e DMA, sim física e matemática são o cerne da engenharia, e apesar não nos possibilitarem vida fácil, nos fazem crescer em todos os sentidos.

A UFPEL, que fez parte do início da jornada, e a todos os amigos do Rio Grande do Sul.

E por fim a UFV, a mais bonita, e melhor do Brasil, principalmente nas ciências agrárias, é uma universidade que abre muitos caminhos, nos mostra na prática com as tantas áreas experimentais, e assim possibilita experiências que só são possíveis por toda sua estrutura e cultura de aprendizado.

**“Homens corajosos são vertebrados: têm a maciez na superfície e sua firmeza está no meio.” (G. K. Chesterton)**

## RESUMO

TEIXEIRA, Gabriel Arcocha Prado, bacharel em engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2023. **Produção de rabanete submetido a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio.** Orientador: Carlos Augusto Brasileiro de Alencar. Coorientador: Fernando França da Cunha.

Dentro do sistema de produção de hortaliças de ciclo curto, a irrigação e adubação demandam maior atenção, devido a janela de ação ser curta, portanto no presente trabalho, objetivou-se avaliar a produção de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetido a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio (N). O experimento foi conduzido em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas as lâminas de irrigação e nas subparcelas as doses de nitrogênio. As lâminas de irrigação aplicadas por meio da irrigação por gotejamento foram de 30, 65 e 100% daquela a ser resposta no padrão (100% evapotranspiração da cultura). A adubação de plantio recomendada é de 160 kg ha<sup>-1</sup> de N, 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 140 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (adubação padrão). Neste experimento as adubações nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) de plantio foram: Nitrogênio: 0, 20, 40 e 60 % de N da adubação padrão; utilizadas em cada cova, e em área total, o Fósforo 100% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da adubação padrão; e o Potássio 100% de K<sub>2</sub>O da adubação padrão. Foram avaliadas as seguintes variáveis: índice de área foliar (IAF), massa seca dos tubérculos (MST), massa seca foliar (MSF), massa fresca dos tubérculos (MFT), massa fresca foliar (MFF), comprimento do tubérculo (CT), diâmetro do tubérculo (DT), temperatura foliar (TF) e produtividade do uso da água (PA). Conclui-se que: (i) As maiores produtividades de massa seca e fresca dos tubérculos e o seu desenvolvimento dimensional, comprimento e diâmetro do tubérculo, são obtidos com lâmina de irrigação de 44,0 mm (100% ET<sub>c</sub>); (ii) a adubação nitrogenada não proporcionou aumento na produtividade de massas seca e fresca dos tubérculos; (iii) o índice de área foliar foi impactado pela aplicação de fertilizante nitrogenado, destacando a importância dessa variável na resposta do rabanete à adubação; (iv) as lâminas de irrigação proporcionaram decréscimo na variável produtividade do uso da água de 0,1714 kg m<sup>-3</sup> a cada aumento de 1% dos níveis de reposição de água; e (v) a partir dos estudos realizados, a lâmina de irrigação de 44,0 mm (100% ET<sub>c</sub>), sinaliza produtividade de massa fresca dos tubérculos de rabanete de 12,5 t ha<sup>-1</sup>.

Palavras-chave: *Raphanus sativus* L. Irrigação. Adubação.



## ABSTRACT

TEIXEIRA, Gabriel Arcocha Prado, bachelor in agricultural and environmental engineering, Universidade Federal de Viçosa, October 2023. **Radish production with different water depths and nitrogen doses.** Adviser: Carlos Augusto Brasileiro de Alencar. Co-adviser: Fernando França da Cunha.

Within the short-cycle vegetable production system, irrigation and fertilization require greater attention due to the short window of opportunity. Therefore, the aim of this study was to evaluate radish (*Raphanus sativus* L.) production subjected to different water depths and nitrogen (N) doses. The experiment followed a split-plot design, with irrigation depths in the main plots and nitrogen doses in the subplots. Drip irrigation depths were 30%, 65%, and 100% of that to be responded in the standard (100% reference evapotranspiration). The recommended planting fertilization is 160 kg ha<sup>-1</sup> of N, 240 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and 140 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O (standard fertilization). In this experiment, nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) fertilizations for each planting hole were: Nitrogen: 0, 20, 40, and 60% of N from the standard fertilization; and for the entire area, Phosphorus 100% of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> from the standard fertilization; Potassium 100% of K<sub>2</sub>O from the standard fertilization. The following variables were evaluated: leaf area index (LAI), dry tuber mass (DTM), leaf dry mass (LDM), fresh tuber mass (FTM), fresh leaf mass (FLM), tuber length (TL), tuber diameter (TD), leaf temperature (TF), and water productivity (WP). Conclusions are as follows: (i) higher yields of dry and fresh tuber mass and dimensional development, tuber length, and diameter, are obtained with an irrigation depth of 44.0 mm (100% ET<sub>c</sub>); (ii) nitrogen fertilization did not increase dry and fresh tuber mass productivity; (iii) the leaf area index was impacted by the application of nitrogen fertilizer, highlighting the importance of this variable in radish response to fertilization; (iv) irrigation depths led to a decrease in water use productivity of 0.1714 kg m<sup>-3</sup> for each 1% increase in water replacement levels; and (v) from the conducted studies, an irrigation depth of 44.0 mm (100% ET<sub>c</sub>) indicates radish tuber fresh mass productivity of 12.5 t ha<sup>-1</sup>.

Keywords: *Raphanus sativus* L. Irrigation. Fertilization.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 O rabanete .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Irrigação e hortaliças: o caso do rabanete.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 Composição nutricional de hortaliças e efeito da irrigação .....</b>	<b>13</b>
<b>2.4 Sistemas de irrigação .....</b>	<b>14</b>
<b>2.5 Adubação nitrogenada.....</b>	<b>14</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Área experimental.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2 Elementos meteorológicos .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Solo .....</b>	<b>18</b>
<b>3.4 Procedimentos experimentais .....</b>	<b>19</b>
<b>3.4.1 Delineamento experimental e análise estatística.....</b>	<b>19</b>
<b>3.5 Manejo e condução da irrigação.....</b>	<b>20</b>
<b>3.6 Parâmetros avaliados.....</b>	<b>21</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>4.1 Manejo da irrigação.....</b>	<b>23</b>
<b>4.2 Massa fresca e seca de folhas .....</b>	<b>23</b>
<b>4.3 Temperatura foliar e índice de área foliar .....</b>	<b>24</b>
<b>4.4 Diâmetro e comprimento do tubérculo, e massa fresca e seca do tubérculo, .....</b>	<b>25</b>
<b>4.5 Produtividade do uso da água.....</b>	<b>27</b>
<b>4.6 Diâmetro médio e produtividade média.....</b>	<b>28</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>30</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A produtividade brasileira do rabanete varia de 15 a 90 t ha<sup>-1</sup>, tendo em conta a diversidade de genótipos e o tipo de manejo empregado na produção. Tal hortaliça já esteve na 87<sup>a</sup> posição de produto mais comercializado no mercado brasileiro em 2017, e com produção concentrada nos estados do sul e sudeste (MANTOAN & CORRÊA, 2022). O rabanete (*Raphanus sativus* L.) é uma hortaliça, da família Brassicaceae, que possui raiz comestível, globular e sabor picante (FILGUEIRA, 2008). Seu ciclo de cultura é curto, amadurecendo em cerca de 3 a 4 semanas, podendo também ser semeado entre as linhas de plantio de culturas de ciclos longos, o que o torna atraente principalmente para os pequenos agricultores (FERNANDES et al., 2014).

Boas práticas de irrigação permitem a obtenção de altos rendimentos e melhora na qualidade dos rabanetes, já que sua raiz se desenvolve em camadas subsuperficiais do solo. Assim, variações da umidade podem acarretar alterações em seu desenvolvimento como: rachaduras em suas raízes e redução do crescimento da parte aérea (SILVA et al., 2012). A produção eficiente de rabanetes requer uma compreensão aprofundada das necessidades hídricas e nutricionais da planta, visto seu crescimento acelerado e as especificidades de seu ciclo (COUTINHO NETO et al., 2010).

O nitrogênio é fundamental na síntese de proteínas, no crescimento das plantas e na produção de clorofila, a qual é responsável por capturar a luz solar durante o processo de fotossíntese. Hortaliças com deficiência desse nutriente, podem apresentar crescimento retardado e folhas amareladas (MARSCHNER, 2012). A adubação de fertilizantes nitrogenados melhora a qualidade dos rabanetes (TRIPATHI et al., 2017).

O potássio está atrelado aos processos metabólicos, sua presença melhora a resistência da planta contra doenças e sua deficiência retarda o crescimento dos cultivos (MARSCHNER, 2012). Sendo N e K os nutrientes requeridos em maior quantidade para a cultura do rabanete, outros fatores são determinantes no cultivo dos rabanetes, tais como: solos leves e pH na faixa de 5,5 a 6,8 (COUTINHO NETO et al., 2010; COSTA et al., 2006).

O aumento observado na produção de tubérculos de maior tamanho destaca a importância da adubação fosfatada no desenvolvimento dos tubérculos, indicando uma influência positiva na eficácia dos processos metabólicos, incluindo a translocação eficiente de fotoassimilados (LUZ et al., 2013). Diante do exposto, o estudo de variações de condições de estresse hídrico e de nutrientes se mostra oportuno para melhora nas práticas de irrigação e

adubação, portanto, objetivou-se, neste trabalho, obter as lâminas de irrigação e doses de nitrogênio para a produção de rabanete em ambiente protegido.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O rabanete

A produção de hortaliças desempenha um papel vital na segurança alimentar global e no fornecimento de nutrientes essenciais para a dieta humana (DIXON et al., 2009). Nesta revisão, é explorada a influência da irrigação nas hortaliças, com foco especial no rabanete (*Raphanus sativus* L.) (Figura 1) além de abordar a produção de hortaliças em ambiente protegido, destacando a interseção desses dois tópicos e suas implicações na agricultura moderna.

Figura 1 - Rabanete (*Raphanus sativus* L.)



Fonte: Mantoan & Corrêa (2022).

A produção de hortaliças em estufas oferece uma abordagem inovadora para superar desafios climáticos e prolongar a safra de hortaliças. A capacidade de controlar fatores ambientais, como temperatura e umidade, proporciona uma produção mais previsível e consistente, independentemente das condições meteorológicas externas (RUNKLE; HEINS, 2001).

No contexto do rabanete, as casas de vegetação proporcionam um ambiente protegido que permite o cultivo durante todo o ano. Isso é especialmente relevante em regiões com invernos rigorosos, que prolongam o ciclo da cultura ou verões extremamente quentes, que expõe a cultura ao impacto das chuvas, além de criar condições favoráveis ao surgimento de

doenças. A proteção contra pragas e doenças é, portanto, aprimorada em ambientes protegidos, o que contribui para a produção de rabanetes mais saudáveis e de alta qualidade (PURQUERIO et al., 2006).

No entanto, a produção em casas de vegetação não está isenta de desafios, como a necessidade de sistemas de irrigação. Práticas adequadas de irrigação são essenciais para fornecer as condições ideais para o crescimento das hortaliças, incluindo o rabanete. Os sistemas de irrigação, como gotejamento e nebulização, são frequentemente empregados para atender às necessidades específicas das plantas em estufas (TESTEZLAF, 2017).

## **2.2 Irrigação e hortaliças: o caso do rabanete**

A irrigação é um fator crítico na produção de hortaliças, pois a água é fundamental para o crescimento, desenvolvimento e qualidade dos produtos colhidos. A irrigação desempenha um papel significativo na determinação do rendimento e da qualidade (DUKE; KAKEFUDA, 1981).

Estudos indicam que a aplicação de água adequada em diferentes estágios do crescimento do rabanete é essencial para obter produções satisfatórias (NASCIMENTO, 2011). A quantidade e o momento da irrigação afetam diretamente o tamanho, a textura e a formação de raízes do rabanete, além de influenciar seu sabor e valor nutricional (MANTOVANI, 2007). A escolha das lâminas de água de 30%, 65% e 100% da lâmina de referência, foi objeto de investigação em parâmetros diferentes dos usualmente estudados (25, 50, 75, 100 e 125% da ET<sub>c</sub>) (FARIAS, 2021; FERRARI, 2018; CORREIA, 2017).

Práticas adequadas de irrigação contribuem para aumentar a produtividade das culturas, melhorar a qualidade dos produtos agrícolas, minimizar o uso da água e preservar os recursos hídricos (DA SILVA, 2012). A busca por sistemas mais sustentáveis destaca a importância de uma irrigação precisa e eficiente, capaz de proporcionar benefícios diretos à agricultura e ao meio ambiente, com foco especial nas hortaliças (DE OLIVEIRA, 2021).

## **2.3 Composição nutricional de hortaliças e efeito da irrigação**

A composição nutricional das hortaliças varia entre as diferentes espécies e cultivares, mas geralmente inclui carboidratos, proteínas, fibras, vitaminas, minerais e antioxidantes. A qualidade nutricional das hortaliças é um fator crítico para a saúde humana, sendo particularmente importante em dietas ricas em vegetais (EMBRAPA, 2012).

A água afeta o valor nutritivo das hortaliças de várias maneiras. O teor de água nas hortaliças é uma das principais considerações. Práticas adequadas de irrigação contribuem para manter o teor de água dentro de níveis aceitáveis, evita a desidratação e a perda de qualidade nutricional devido a sensibilidade das hortaliças a falta de água em seu desenvolvimento (DA SILVA LOPES, 2020). No entanto, práticas inadequadas como, lâminas de irrigação acima de 125% ET<sub>c</sub>, podem diluir os nutrientes no solo, por processos físicos de movimento da água, reduzindo a concentração de vitaminas e minerais (ZHENG et al., 2019). Além disso, a irrigação pode influenciar a absorção de nutrientes pelas plantas, especialmente minerais como o cálcio, o magnésio e o potássio, afetando sua concentração nas hortaliças (RAMOS et al., 2021).

## **2.4 Sistemas de irrigação**

A adoção de sistemas de irrigação eficientes desempenha um papel importante na otimização do uso da água. Referências como o estudo de Santos et al. (2019) exploram a eficiência de diferentes sistemas de irrigação, como o gotejamento e a aspersão, em termos de economia de água.

Na irrigação por gotejamento a água é aplicada ao solo, diretamente sobre a região radicular, em pequenas intensidades (1 a 20 litros por hora), porém com alta frequência (turno de rega de um a quatro dias), de modo que mantenha a umidade do solo na zona radicular próxima à “capacidade de campo” (PEREIRA, 1999). Para isso, a aplicação da água é feita por meio de tubos perfurados com orifícios de diâmetros reduzidos ou por meio de gotejadores denominados emissores, dos mais diferentes tipos, modelos e características (BERNARDO et al., 2019).

Já na irrigação por aspersão a água é aspergida sobre a superfície do terreno, assemelhando-se a uma chuva, por causa do fracionamento do jato de água em gotas, devido a sua passagem sob pressão através de pequenos orifícios ou bocais. Para tal efeito, a água é conduzida e aplicada às áreas por meio de equipamentos, como motobombas, tubulações e aspersores das mais diversas capacidades e características de fabricação (BERNARDO et al. 2019).

## **2.5 Adubação nitrogenada**

A adubação nitrogenada desempenha um papel crucial na produção de hortaliças, já que o nitrogênio é um dos nutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas

(FILGUEIRA, 2008). A correta aplicação de nitrogênio pode afetar a produtividade, a qualidade e a sustentabilidade das culturas de hortaliças (FOLONI, 2013).

O nitrogênio auxilia na síntese de proteínas, no crescimento das plantas e na produção de clorofila. Hortaliças com deficiência de nitrogênio podem apresentar crescimento retardado, folhas amareladas e menor produção. A adubação nitrogenada é uma prática comum para fornecer às plantas a quantidade necessária desse nutriente (FILGUEIRA, 2008).

A dosagem e a fonte de nitrogênio são fatores críticos no manejo da adubação. Estudos como o de Marschner (2012) discutem a importância de quantificar a dosagem exata de nitrogênio necessária para as hortaliças com base nas características da cultura, do solo e do ambiente.

A adubação nitrogenada afeta não apenas a produtividade, mas também a qualidade das hortaliças. Estudos como o de Cunha et al. (2018) abordam como o nitrogênio pode influenciar o teor de nutrientes, como vitamina C, e a concentração de nitratos em hortaliças. Em contrapartida, o uso excessivo de nitrogênio pode resultar em perdas ambientais, como a lixiviação de nitratos para as águas subterrâneas. Práticas de manejo sustentável, como a utilização de sensores de nitrogênio, são discutidas em estudos (MALAVOLTA et al., 1997).



### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área experimental

O estudo foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE) de Irrigação e Drenagem vinculada ao Departamento de Engenharia Agrícola (DEA), pertencente a Universidade Federal de Viçosa (UFV), situada no município de Viçosa, estado de Minas Gerais (Figura 2). As coordenadas geográficas são 20° 45' 00" de latitude Sul e 42° 51' 00" de longitude Oeste e altitude de 651 m.

Figura 2 - Vista da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE)



Fonte: Google Earth.

A estação do ano escolhida para condução do experimento foi durante a primavera/verão, que corresponde ao período de chuvas na região de Viçosa- MG, afim de avaliar o desempenho da cultura em condições de alta umidade atmosférica.

O experimento foi conduzido em estufa, projetada para condições controladas de cultivo e foi instalado na área experimental um sistema de irrigação por gotejamento, constituído por linha principal, linhas secundárias e linhas laterais (Figura 3).

Figura 3 - Vista do sistema de irrigação por gotejamento e plantio

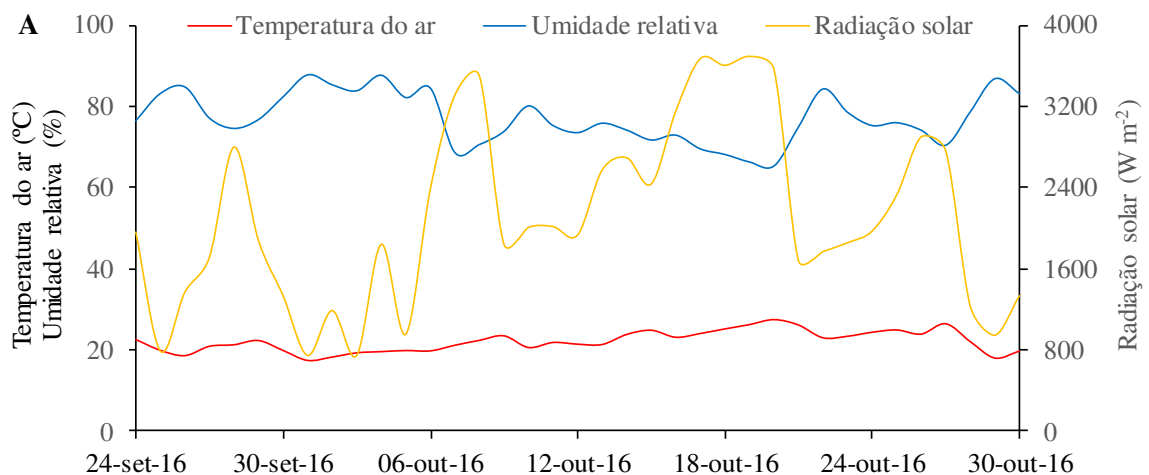


Fonte: Autor.

### 3.2 Elementos meteorológicos

Na Figura 4, encontram-se os valores médios diários dos elementos meteorológicos obtidos durante o período estudado.

Figura 4. Variação diária da temperatura média ( $^{\circ}\text{C}$ ), da umidade relativa (%) e da radiação solar ( $\text{W m}^{-2}$ ), no período de 24 de setembro a 30 de outubro de 2016



Fonte: Autor.

A radiação solar ( $R_s$ ) incidente no interior da casa de vegetação apresentou valor médio de  $2.119 \text{ W m}^{-2}$  (variando de  $737$  a  $3.698 \text{ W m}^{-2}$ ) durante o ciclo de cultivo do rabanete. A radiação influenciou a temperatura do ar, que apresentou valor médio diário de  $22,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (variando de  $17,3$  a  $27,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Os valores de temperatura do ar observados estão dentro da faixa considerada ótima para o desenvolvimento da cultura do rabanete ( $10$  a  $35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), segundo Steiner

et al. (2022). Já umidade relativa apresentou valor médio diário de 77,1%, variando entre 65,2 e 87,8%.

### 3.3 Solo

O solo da área do experimento é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, de acordo com a Embrapa (2018), com textura franco - argilo - arenoso. Amostras de solo, na camada de 0-40 cm, foram coletadas para determinação de suas características químicas e físicas, no laboratório do Departamento de Solos (DES) da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Os valores de retenção de água no solo da área experimental, na profundidade de 0-40 cm, foram determinados no laboratório do DEA/UFV, utilizando-se amostras deformadas pelo método da Câmara de Richards (RICHARDS, 1951). A densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico, descrito pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1997).

As características químicas do solo: matéria orgânica (MO); potencial hidrogeniônico (pH); cálcio (Ca); magnésio (Mg); soma das concentrações de íons hidrogênio (H) e alumínio (Al) em solo, avaliador de acidez e da capacidade do solo de reter cátions (H+Al); capacidade de troca catiônica do solo (CTC a pH 7,0); porcentagem de saturação por bases (V%), além de P e K, são apresentadas na Tabela 1. A distribuição granulométrica e os resultados das análises físico-hídricas do solo encontram-se na Tabela 2.

Tabela 1 – Características químicas do solo em amostras da área experimental, na camada de 0-40 cm

pH H <sub>2</sub> O	MO dag kg <sup>-1</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	K mg dm <sup>-3</sup>	Ca <sup>2+</sup> cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Mg <sup>2+</sup> cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	H+Al cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	CTC a pH 7,0	V %
5,6	1,45	20,7	81	2,0	0,6	2,64	7,0	52

Fonte: Autor.

Tabela 2 – Distribuição granulométrica e resultado da análise física do solo em amostras da área experimental na camada de 0-40 cm

Camada (cm)	Distribuição granulométrica (%)			Teor de água <sup>1</sup> (g g <sup>-1</sup> )		Densidade do Solo (g.cm <sup>-3</sup> )
	Argila	Silte	Areia	Cc	Pm	
0 - 40	33	19	48	0,29	0,23	1,02

<sup>1</sup>Os teores de água na capacidade de campo (Cc) e no ponto de murcha permanente (Pm) foram determinados no laboratório, nas tensões de 10 e 1.500 kPa, respectivamente.

Fonte: Autor.

### 3.4 Procedimentos experimentais

Neste experimento foi utilizada a hortaliça Rabanete (*Raphanus sativus* L.) cv. Crimson Gigante. A variedade em questão foi escolhida pela disponibilidade no comércio local e pela boa germinação (93%) expressa na embalagem.

Considerando as características químicas do solo (Tabela 1) e as necessidades de nutrientes do rabanete segundo Raij et. al. (1997), a adubação de plantio recomendada é de 160 kg ha<sup>-1</sup> de N, 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 140 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (adubação padrão):

- Nitrogênio: 0, 20, 40 e 60 % de N da adubação padrão, tendo como fonte a uréia, distribuídas em cova;
- Fósforo: 100% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da adubação padrão, tendo como fonte o Super Simples, distribuído a lanço e incorporado no solo; e
- Potássio: 100% de K<sub>2</sub>O da adubação padrão, tendo como fonte o cloreto de potássio, distribuído a lanço e incorporado no solo.

Para a correção do pH do solo, foram aplicados 1580 kg ha<sup>-1</sup> de calcário, distribuído a lanço e incorporado no solo.

As sementeiras foram realizadas manualmente em fileiras espaçadas de 30 cm (Figura 3), com sementes distribuídas em covas espaçadas de 10 cm, na profundidade média de 2 cm.

#### 3.4.1 Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi conduzido seguindo-se um esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas as lâminas de irrigação avaliadas e nas subparcelas as doses de adubação nitrogenada. As lâminas de irrigação aplicadas foram de 30, 65 e 100% daquela a ser resposta no padrão (100% da Evapotranspiração da cultura - ET<sub>c</sub>), totalizando três lâminas de irrigação no experimento. Em cada subparcela foi aplicada uma das doses de nitrogênio estudadas: 0, 20, 40 e 60 % da adubação padrão.

A aplicação das lâminas de irrigação foi realizada por meio de um sistema de gotejamento em linha, linhas secundárias e linhas laterais. As linhas laterais foram constituídas cada uma por seis gotejadores, espaçados de 0,30 x 0,30 m, além de controle independente nestas linhas. Foram utilizados 36 gotejadores da marca Amanco, operando com pressão de serviço de 100 kPa e vazão nominal de 2,2 L h<sup>-1</sup>, (Figura 5). As lâminas de irrigação foram ajustadas regularmente para atender às necessidades hídricas da cultura.

Figura 5. Gotejador Amanco, modelo FT On Line



Fonte: Catálogo Amanco, 2017.

Os dados foram submetidos à análise de regressão. Foram testados modelos lineares e quadráticos. A seleção dos modelos foi feita com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t a 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e no fenômeno biológico. Para execução das análises estatísticas foi utilizado o software “SigmaPlot 12.0”.

### 3.5 Manejo e condução da irrigação

No estágio inicial do experimento foram realizadas irrigações uniformes em todos os tratamentos, de modo a assegurar uniformidade de germinação e completo estabelecimento dos rabanetes. Em seguida foram aplicadas as irrigações diferenciadas que se estendeu até o final da condução do experimento.

Durante o período de diferenciação dos tratamentos, a necessidade de irrigação foi determinada tomando-se como controle o tratamento 100%  $ET_c$ , parcela de referência mantida na capacidade de campo (padrão) e utilizando turno de rega variável por meio do fator de disponibilidade de água no solo ( $f$ ). As lâminas de água aplicadas foram de 30, 65 e 100% da  $ET_c$ , totalizando três lâminas de irrigação no experimento.

A frequência de irrigação e a quantidade de água aplicada foram determinadas em função do fator de disponibilidade de água no solo ( $f$ ). A irrigação iniciou-se quando a lâmina de água no solo (LAA) atingiu 80% da capacidade total de água no solo (CTA), ou seja, o fator de disponibilidade de água no solo ( $f$ ) atingiu 0,2.

A lâmina aplicada no tratamento 100% da  $ET_c$  foi calculada utilizando a Equação 1.

$$L = \frac{(Cc - Pm)}{10} \cdot Ds \cdot Z \cdot f \cdot \frac{1}{E_a} \quad (1)$$

Em que: L = lâmina total necessária (mm); CC = capacidade de campo ( $\text{g g}^{-1}$ ); Pm = ponto de murcha permanente ( $\text{g g}^{-1}$ ); Ds = densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ ); Z = profundidade efetiva do sistema radicular (cm); f = fator de disponibilidade de água no solo (adimensional) e  $E_a$  = eficiência de aplicação de água (decimal).

A lâmina de água do sistema de irrigação foi medida com coletores, instalados em cada subparcela experimental, para determinação do coeficiente de uniformidade de distribuição e do coeficiente de uniformidade de Christiansen.

A lâmina total de cada tratamento foi obtida usando-se o somatório das irrigações realizadas durante o período experimental.

Simultaneamente ao monitoramento do manejo da irrigação via fator de disponibilidade de água no solo, foram coletados dados meteorológicos diários a partir de uma estação meteorológica automática da marca Davis, modelo Vantage Pro2, instalada dentro da área experimental.

Os sensores que constituem a estação, possibilitam a coleta de dados para avaliação dos parâmetros climáticos a seguir:

- Temperatura do Ar:  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $65^{\circ}\text{C}$
- Umidade Relativa: 0 a 100%
- Velocidade de Vento: 0 a 67 m/s
- Direção de Vento:  $0^{\circ}$  a  $359^{\circ}$
- Pressão Atmosférica: 880 a 1080 mb
- Precipitação: 0 a 19999 mm/h
- Radiação Solar Global: 0 a 1800 W/m

### 3.6 Parâmetros avaliados

Para estudar a influência das lâminas de água e das doses de nitrogênio sobre o Rabanete (*Raphanus sativus* L.), foram realizadas diversas determinações ao longo do experimento. Nesse período, foram determinados: o índice de área foliar (IAF) obtido pelo método direto, em que as folhas são coletadas e medidas por meio do equipamento de medição automática Licor 3100 (método padrão) (Li-cor, 1996); a massa seca dos tubérculos (MST); a massa seca foliar (MSF): obtida pela pesagem da parte aérea das plantas após secagem em estufa a  $70^{\circ}\text{C}$ ;

a massa fresca dos tubérculos (MFT): medida através da pesagem dos tubérculos imediatamente após a colheita, a massa fresca foliar (MFF): determinada pela pesagem da parte aérea das plantas imediatamente após a colheita; o comprimento do tubérculo (CT) e o diâmetro do tubérculo (DT): medidos com o auxílio de um paquímetro digital e a temperatura foliar (TF): termômetro digital infravermelho.

A produtividade do uso da água (PA) foi calculada de acordo com a Equação 2.

$$PA = \frac{MST}{LL} \quad (2)$$

Em que: PA é a produtividade do uso da água ( $\text{kg m}^{-3}$ ); a massa seca de tubérculo (MST), ( $\text{g m}^{-2}$ ) e a lâmina líquida de irrigação (LL), mm.

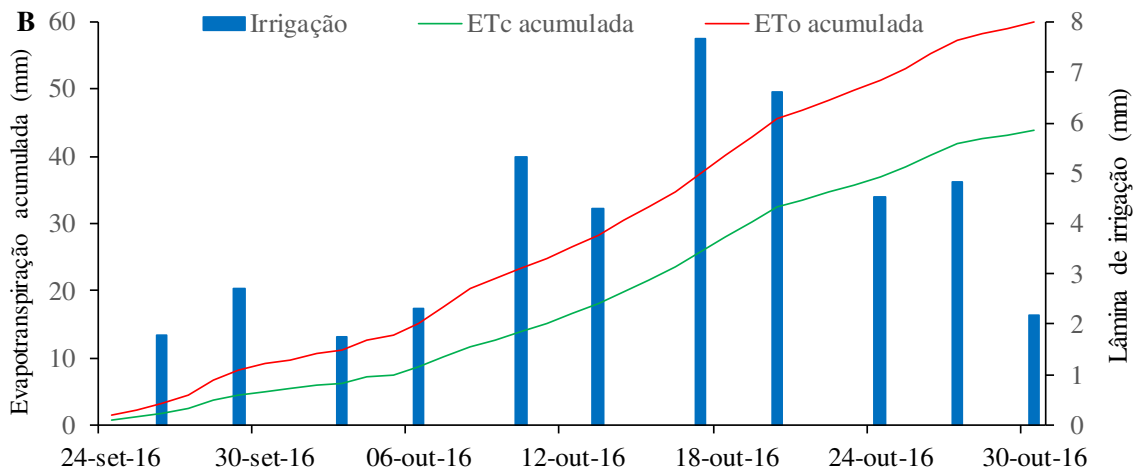
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Manejo da irrigação

Na Figura 6, encontram-se os valores acumulados de evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) e de evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ), e das lâminas de irrigação aplicadas, em todo o período experimental.

O consumo hídrico do ciclo de rabanete está apresentado na Figura 6. A evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) acumulada durante o ciclo foi de 60,1 mm e a evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) de 44,0 mm. Considerando 100% da  $ET_c$  a lâmina padrão, durante o período de diferenciação dos tratamentos, as lâminas de irrigação de 30, 65 e 100% da  $ET_c$  receberam ao longo do ciclo 13,2; 28,6 e 44,0 mm de água, respectivamente. Ao longo de todo o ciclo foram realizados 11 eventos de irrigação (Figura 6), com turnos de rega variando entre três e quatro dias.

Figura 6. Evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) acumulada (mm), evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) acumulada (mm) e lâminas de irrigação aplicadas (mm), no rabanete manejado com 100% de reposição hídrica, no período de 24 de setembro a 30 de outubro de 2016



Fonte: Autor.

### 4.2 Massa fresca e seca de folhas

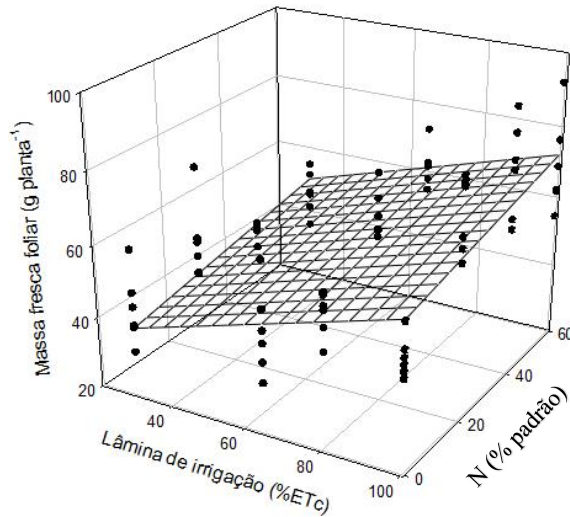
As lâminas de irrigação e doses de nitrogênio proporcionaram efeito ( $p < 0,0001$ ) na massa fresca (MFF) e massa seca (MSF) de folhas. Na Figura 7, em que são apresentadas as equações para estimativa da massa fresca (MFF) e massa seca (MSF) de folhas, observa-se que as lâminas de irrigação e doses de nitrogênio proporcionaram efeito linear positivo ( $p < 0,0001$ ),



ou seja, o aumento da oferta hídrica e de nutrientes proporcionaram aumento nessas características.

Figura 7. Estimativa da massa fresca das folhas (MFF) calculado pela equação (A), e pela equação (B) a massa seca de folhas (MSF) do rabanete em função das lâminas de irrigação (LI) (%ET<sub>c</sub>) e doses de nitrogênio. \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

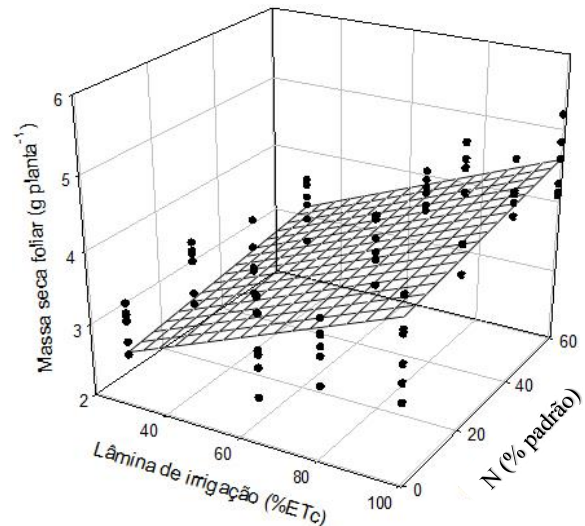
A



$$\text{MFF} = 30,1127^{***} + 0,3112^{***} \text{LI} + 0,1849^{***} \text{N}$$

$$p < 0,0001 \quad R^2 = 0,5635$$

B



$$\text{MSF} = 2,1211^{***} + 0,0206^{***} \text{LI} + 0,0070^{*} \text{N}$$

$$p < 0,0001 \quad R^2 = 0,6112$$

Fonte: Autor.

### 4.3 Temperatura foliar e índice de área foliar

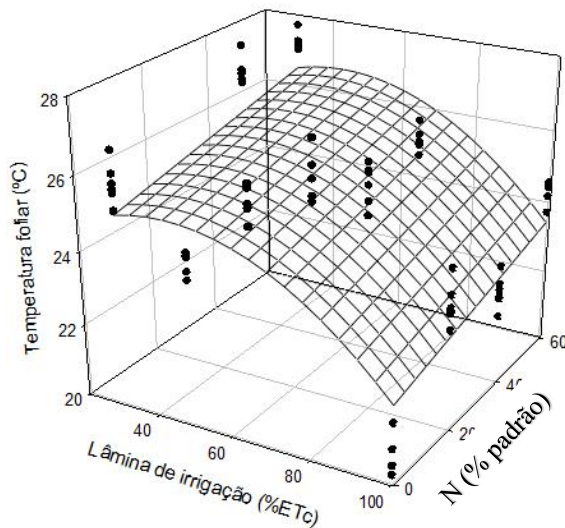
Na Figura 8, em que são apresentadas as equações para estimativa da temperatura foliar (TF) para os rabanetes, observou-se que a variação da temperatura foliar revela-se sensível às doses de nitrogênio, evidenciando um aumento proporcional, enquanto, simultaneamente, demonstra uma diminuição correlacionada em resposta às reduzidas reposições hídricas. Este fenômeno destaca a complexidade das interações entre a nutrição mineral e o manejo hídrico, demandando uma abordagem que faça um paralelo entre os recursos a serem empregados nas diferentes combinações de irrigação e adubação.

Observou-se na Figura 8 que quanto menor a lâmina de irrigação (tratamentos 30 e 65% ET<sub>c</sub>), conseqüentemente menor conteúdo de água no solo, menor transpiração e maior temperatura foliar. Portanto, em boas condições hídricas, a maior transpiração contribui para maior transferência de calor sensível para calor latente de vaporização, onde essa transformação é uma forma eficiente de resfriamento para a planta. Esse processo auxilia na regulação térmica,

mantendo a temperatura da planta dentro de limites adequados para suas funções metabólicas (TAIZ, et al., 2017; COELHO FILHO et al., 2011).

Figura 8. Estimativa da temperatura foliar (TF) representada pela equação (A), e o índice de área foliar (IAF) modelado pela equação (B), do rabanete em função das lâminas de irrigação (LI) (%ET<sub>c</sub>) e doses de nitrogênio. \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$

A

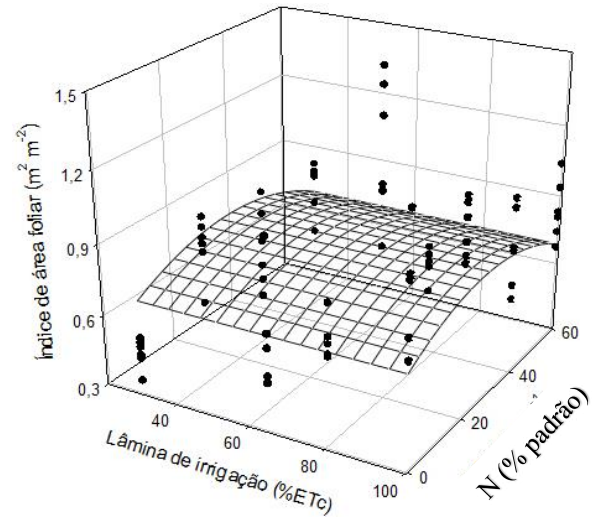


$$TF = 23,5021^{***} + 0,0862^{*}LI + 0,0224^{**}N - 0,0010^{***}LI^2$$

$p < 0,0001 \quad R^2 = 0,5502$

Fonte: Autor.

B



$$IAF = 0,7003^{***} + 0,0086^{*}N - 0,0001^{**}N^2$$

$p = 0,0208 \quad R^2 = 0,2587$

Para variável índice de área foliar (IAF), apresentada na Figura 8 observou-se que as doses de nitrogênio proporcionaram resposta quadrática ( $p < 0,0001$ ), em que o máximo estimado foi na dose de 40% (64,0 kg ha<sup>-1</sup>), alcançando o valor de 0,8843 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>. Este dado sugere que, dentro do intervalo de doses considerado, a aplicação de 64,0 kg ha<sup>-1</sup> de N teve um impacto significativo e positivo no aumento do índice de área foliar.

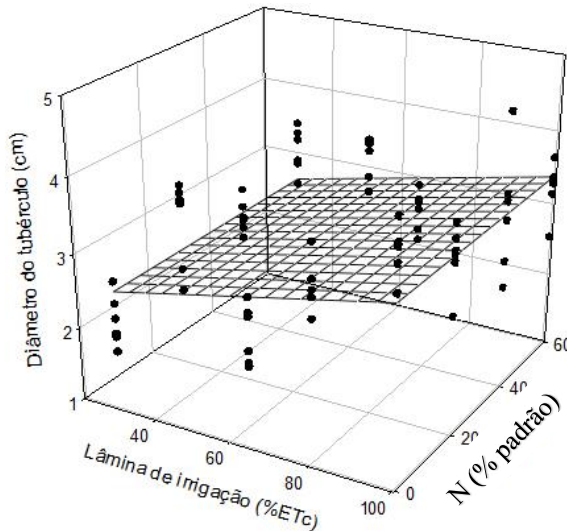
#### 4.4 Diâmetro e comprimento do tubérculo, e massa fresca e seca do tubérculo,

As lâminas de irrigação e doses de nitrogênio, proporcionaram efeito ( $p < 0,0001$ ) no diâmetro do tubérculo (DT) e comprimento do tubérculo (CT) como observado na Figura 9. Observou-se ainda na Figura 9 que as lâminas de irrigação proporcionaram efeito linear e positivo ( $p < 0,0001$ ) nas variáveis diâmetro do tubérculo (DT) e comprimento do tubérculo (CT), ou seja, o aumento da lâmina de irrigação proporcionou aumento no diâmetro do tubérculo (DT) e no comprimento do tubérculo (CT). Isso implica que o aumento na oferta hídrica exerceu um impacto favorável e proporcional no crescimento dessas características,

refletindo diretamente na morfologia e dimensões dos tubérculos. Este resultado vai ao encontro com os resultados encontrados por Brum et al (2017) que observaram maior produtividade quando submetidos a lâmina de irrigação de 100% da  $ET_c$ .

Figura 9. Estimativa do diâmetro (DT) com comportamento descrito pela equação (A), e o comprimento de tubérculo (CT) modelado pela equação (B), do rabanete em função das diferentes lâminas de irrigação (LI) (%  $ET_c$ ) e doses do fertilizante N (% padrão). \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$

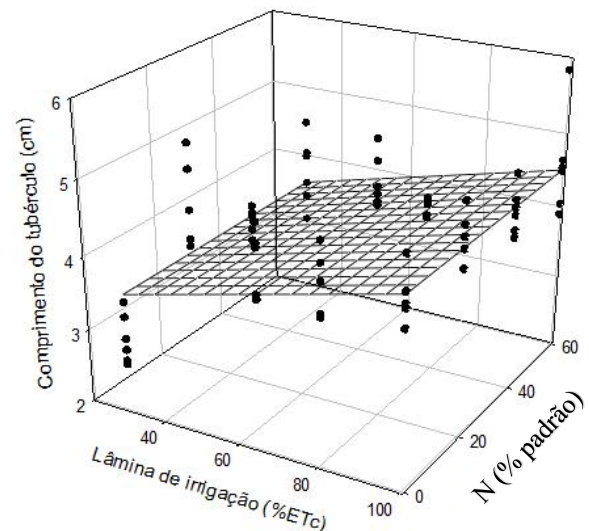
A



$$DT = 2,2849^{***} + 0,0110^{***} LI$$

$p < 0,0001 \quad R^2 = 0,4357$

B



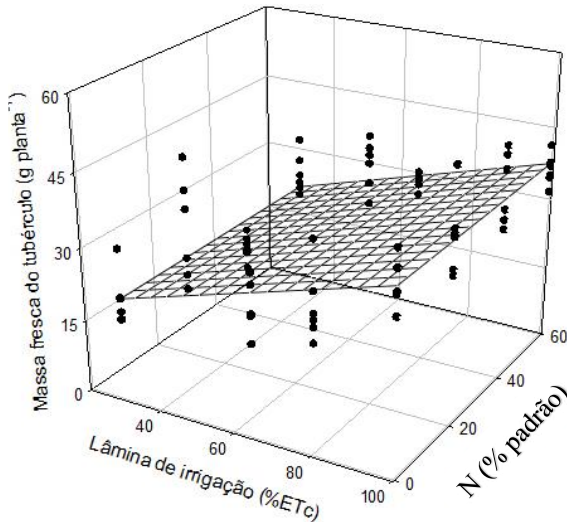
$$CT = 3,2152^{***} + 0,0130^{***} LI$$

$p < 0,0001 \quad R^2 = 0,5336$

Fonte: Autor.

Figura 10. Estimativa da massa fresca (MFT) através da equação (A) e massa seca de tubérculo (MST) modelado pela equação (B), do rabanete em função das lâminas de irrigação (LI) (%  $ET_c$ ) e doses de nitrogênio. \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$

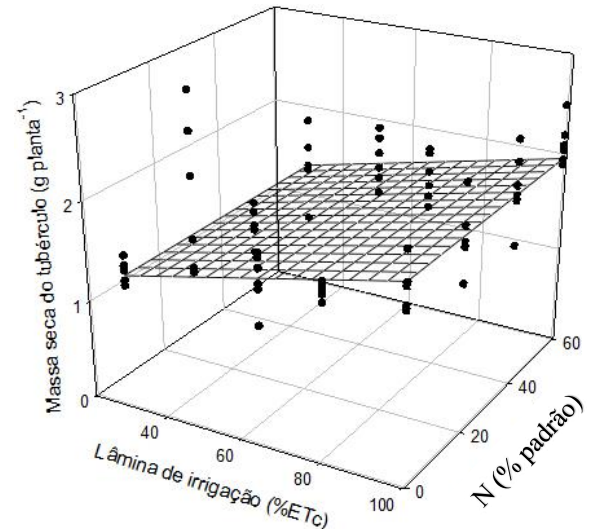
A



$$MFT = 14,4275^{***} + 0,2326^{***} LI$$

$p < 0,0001 \quad R^2 = 0,5461$

B



$$MST = 1,0867^{***} + 0,0087^{***} LI$$

$p < 0,0001 \quad R^2 = 0,4118$

Fonte: Autor.

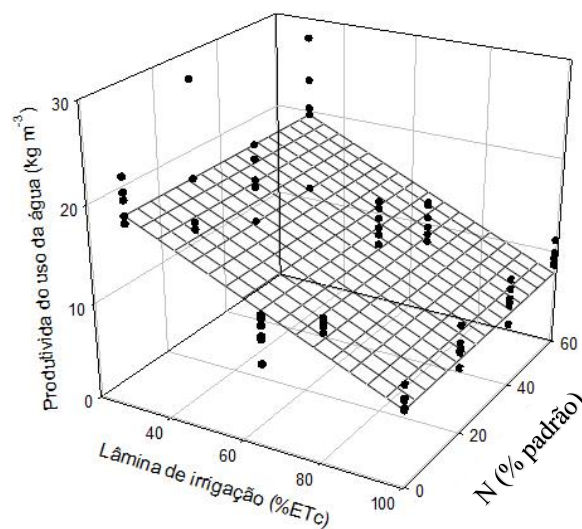
Para massa fresca (MFT) e massa seca (MST) de tubérculos, observa-se que somente as lâminas de irrigação proporcionaram efeito linear positivo ( $p < 0,0001$ ), ou seja, o aumento da oferta hídrica proporcionou aumento nessas características.

Os dados encontrados neste estudo estão alinhados aos dados presentes na literatura, respaldando as afirmações de Filgueira (2008), os quais reforçam, a cultura do rabanete, como capaz de atingir níveis satisfatórios de produção mesmo em solos naturalmente bem fertilizados, podendo assim dispensar, a aplicação de adubações significativas. Pode-se inferir que a presença adequada de nitrogênio no solo, cuja dinâmica está intrinsecamente vinculada à matéria orgânica, possivelmente foi suficiente para suprir as necessidades nutricionais das plantas.

#### 4.5 Produtividade do uso da água

As lâminas de irrigação proporcionaram efeito ( $p < 0,0001$ ) na produtividade do uso da água (PA). Na Figura 11, em que é apresentada a equação (2) para estimativa da produtividade do uso da água (PA), observa-se que as lâminas de irrigação proporcionaram efeito linear negativo ( $p < 0,0001$ ), ou seja, a variável produtividade uso da água sofreu decréscimo de  $0,1714 \text{ kg m}^{-3}$  a cada aumento de 1% dos níveis de reposição de água.

Figura 11. Produtividade do uso da água (PA) melhor representada pela equação (i), do rabanete submetido a diferentes lâminas de irrigação (LI) (% ET<sub>c</sub>) e doses de nitrogênio. \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$



$$PA = 24,8650^{***} - 0,1714^{***} LI (i)$$

$$p < 0,0001 \quad R^2 = 0,6143$$

Fonte: Autor.

#### 4.6 Diâmetro médio e produtividade média

No trabalho, foi possível observar (Tabela 3) a prevalência da maior produtividade e melhor qualidade do rabanete, quando aplicada a lâmina de 100% ET<sub>c</sub> evidenciando a importância da água para a melhor produtividade observada, além disso, atingir o padrão médio maior que 3 cm de diâmetro, o esperado para a variedade Crimson Gigante, que é de 3 a 4 centímetros (MATOS, 2016). Ao atingir produtividade e qualidade aceitáveis, o rabanete se torna uma opção de cultura rentável, tendo lucratividade em torno de 50% do custo de produção (OLIVEIRA, 2016).

Tabela 3: Lâminas de irrigação, recebidas pelos diferentes tratamentos, diâmetro médio e produtividade média de massa fresca dos tubérculos

Lâminas de irrigação		Diâmetro médio	Produtividade média
%ET <sub>c</sub>	mm/ciclo	cm	t ha <sup>-1</sup>
30	13,20	2,90	7,09
65	28,60	2,54	7,91
100	44,00	3,44	11,68

Obs: Produtividade média foi calculada considerando o espaçamento 10x30 cm (333.333 plantas ha<sup>-1</sup>).

Fonte: Autor.

## 5. CONCLUSÃO

As maiores produtividades de massa seca e fresca dos tubérculos e o seu desenvolvimento dimensional, comprimento e diâmetro do tubérculo, são obtidos com lâmina de irrigação de 44,0 mm (100% ET<sub>c</sub>).

O índice de área foliar foi impactado pela aplicação de fertilizante nitrogenado, destacando a importância dessa variável na resposta do rabanete à adubação.

A adubação nitrogenada não proporcionou aumento na produtividade de massa seca e fresca dos tubérculos.

As lâminas de irrigação proporcionaram decréscimo na variável produtividade do uso da água de 0,1714 kg m<sup>-3</sup> a cada aumento de 1% dos níveis de reposição de água.

A lâmina de irrigação de 44,0 mm (100% ET<sub>c</sub>), sinaliza produtividade de massa fresca dos tubérculos de rabanete de 12,5 t ha<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS

- AMANCO. **Amanco-catálogo-irrigação-2017**. Disponível em: <https://wavin.com/pt-br/download-center>. Acesso em: 04/12/2023.
- BERNARDO, S, et al. **Manual de irrigação**. 9.ed. Editora UFV, p. 545, 2019.
- BRUM V. M. et al. **Crescimento e produção do rabanete sob estresses hídricos em diferentes fases fenológicas**. 2017.
- COELHO FILHO, M.A. et al. **Relação solo-planta-atmosfera**. Embrapa Informação Tecnológica Brasília, DF, 2011.
- COSTA, C. C. et al. **Crescimento, produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos**. Horticultura Brasileira, v. 24, p. 118-122, 2006.
- COUTINHO NETO. A. M et al. **Produção de Matéria Seca e estado nutricional do rabanete em função da adubação nitrogenada e potássica**. Revista Núcleos, v.7, n.2, p.105-114, 2010.
- CORREIA, C. C. S. A. **Irrigação de cultivares de rabanete e rúcula na região de Viçosa-MG**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). 50 f. - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2017.
- CUNHA, F. N. et al. **Uniformidade de irrigação por gotejamento sob fertirrigação com fontes de nitrogênio**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 12, n. 7, p. 3118, 2018.
- DA SILVA, R. T. et al. **Tolerância do rabanete ao encharcamento do solo**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 7, n. 1, p. 12, 2012.
- DA SILVA LOPES, F. A. et al. **Frequência de irrigação e adubação nitrogenada na produção de rabanete no nordeste de Mato Grosso**. In: Colloquium Agrariae. ISSN: 1809-8215. 2020. p. 55-65.
- DIXON, G. R. **The Occurrence and Economic Impact of Plasmodiophora brassicae and Clubroot Disease**, n.28, p.194-202, 2009.
- DUKE S.H.; KAKEFUDA G. **Role of the testa in preventing cellular rupture during imbibition of legume seeds**. Plant Physiol. 1981. doi: 10.1104/pp.67.3.449. PMID: 16661692; PMCID: PMC425703.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Importância nutricional das hortaliças**. EMBRAPA hortaliças, 2017.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rev. atual. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, p. 212, 1997.



EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5.ed. Brasília: Embrapa p. 356, 2018.

FARIAS, L. R. A. **Desempenho agrônômico da cultura do amendoim irrigado com água salina cultivada em ambiente protegido**. 2021.

FERNANDES, J. M. B et al. **Desempenho do rabanete sob diferentes quantidades e períodos de incorporação do mata-pasto (Senna obtusifolia L.) ao solo**. Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações, v.12, n.2, p.921-930, 2014.

FERRARI, J. M. de S. **Análise da produtividade e das variáveis biométricas do rabanete sob diferentes lâminas de irrigação com água tratada magneticamente utilizando modelagem neuro-fuzzy**. 2018.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Editora UFV, 2008.

DE OLIVEIRA, A. C. et al. **Importância, tendência e perspectivas da irrigação na produção de hortaliças**. In: Dias, J.P.T. (org.). *Perspectivas na Horticultura*. 1ª ed. Editora UEMG, cap.3, p.45-58, 2021.

FOLONI, J. S. S. et al. **Adubação de cobertura na batata-doce com doses combinadas de nitrogênio e potássio**. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 34, n. 1, p. 117-126, 2013.

LI-COR. **LI 3100 area meter instruction manual**. Lincoln: LICOR, p.34, 1996.

LUZ; J. M. Q. et al. **Influence of phosphate fertilization on phosphorus levels in foliage and tuber yield of the potato cv. Ágata**. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 34, n. 2, p. 649-656, 2013.

MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 1997.

MANTOAN, L. P. B.; CORRÊA, C. V. **Como obter sucesso no cultivo de rabanete?** *Revista Campo & Negócios*. 2022. Disponível: <https://revistacampoenegocios.com.br/como-obter-sucesso-no-cultivo-de-rabanete/>.

MANTOVANI, E. C. et al. **Irrigação: princípios e métodos**. UFV, 2007.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Elsevier, p.643, 2012.

MATOS, M. J. L. F. et al. **Hortaliça: como comprar, conservar e consumir: Rabanete**. Embrapa hortaliças, 2. ed. Brasília, 2016.

NASCIMENTO, W. M. et al. **Qualidade fisiológica da semente e estabelecimento de plantas de hortaliças no campo**. Curso sobre Tecnologia de Produção de Sementes de Hortaliças, v. 11, 2011.



OLIVEIRA, J. R. de. **Avaliação agroeconômica das culturas de rabanete e coentro em função da época de estabelecimento do consórcio.** Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2019.

PEREIRA et al. **Efeitos de níveis de reposição e frequências de irrigação sobre a produção e qualidade do rabanete.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 3: p.117-120, 1999.

PURQUERIO et al. **Manejo do ambiente em cultivo protegido.** Manual técnico de orientação: projeto hortalimento. São Paulo: Codeagro, 2006.

RAIJ, B. van et al. **Boletim Técnico, 100.** Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, n.100, p.285, 1997.

RUNKLE, E. S.; HEINS, R.D. **Specific functions of red, far red, and blue light in flowering and stem extension of long-day plants.** Journal of the American society for horticultural science, v. 126, n. 3, p. 275-282, 2001.

SANTOS, G. O. et al. **Manejo da agricultura irrigada: orientações técnicas aos horticultores-feirantes.** Revista Conexão UEPG, v. 15, n. 2, p. 193-198, 2019.

SILVA, R. T. et al. **Tolerância do rabanete ao encharcamento do solo.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.7, n.1, p.25-33, 2012.

STEINER, F. et al. **Germinação de sementes de rabanete sob temperaturas adversas.** **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 4, p. 430-434, 2022. doi: <https://doi.org/10.5039/agraria.v4i4a10>.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6<sup>o</sup> ed. Porto alegre: Artmed, 2017.

TESTEZLAF, R. **Irrigação: Métodos, sistemas e aplicações.** FEAGRI, 2017.

TRIPATHI, A. K. et al. **Studies on the effect of nitrogen levels and spacing on quality traits of radish (*Raphanus Sativus L.*) Cv. Kashi Sweta.** International Journal of Chemistry Studies, v. 5, n. 6, p. 537-540, 2017.

ZHENG, H et al. **Irrigation leads to greater maize yield at higher water productivity and lower environmental costs: a global meta-analysis.** Agriculture, Ecosystems & Environment, v. 273, p. 62-69, 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.12.009>.