



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

MONOGRAFIA

RENDIMENTO PRODUTIVO DO RABANETE CULTIVADO SOB DIFERENTES
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E QUALIDADES DE ADUBAÇÃO

CARLOS ANDRÉ DE SOUZA SÁ

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

CARLOS ANDRÉ DE SOUZA SÁ

**RENDIMENTO PRODUTIVO DO RABANETE CULTIVADO SOB
DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E QUALIDADES DE ADUBAÇÃO**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Curso Bacharelado em Agronomia, para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Antônio Henrique Cardoso do Nascimento

Serra Talhada-PE
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S111r

Sá, Carlos André de Souza

Rendimento produtivo do rabanete cultivado sob diferentes lâminas de irrigação e qualidades de adubação / Carlos André de Souza Sá. - 2019.
40 f. : il.

Orientador: Antonio Henrique Cardoso do Nascimento.
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Bacharelado em Agronomia, Serra Talhada, 2019.

1. Raphanus sativus L.. 2. composto orgânico. 3. semiárido. I. Nascimento, Antonio Henrique Cardoso do, orient. II. Título

CDD 630

DEDICO

A **Deus** e a **Virgem Imaculada** pelo amparo e benção em todos momentos difíceis da minha vida.

Aos meus pais **José Carlos** e **Maria Andrelite** pelo amor, cuidados e pelo exemplo de humildade e respeito.

A minha querida irmã **Maria Clara** pelo amor e apoio.

A **Maria Francileide**, namorada, amiga e companheira, pelo amor, paciência e apoio.

OFEREÇO

Aos meus avós **Antônia Clara** e **Francisco** pelo incentivo e confiança depositada em mim.

Ao meu avô **André Andrelino** pelo exemplo de força e perseverança, me ensinando a não medir esforços para minhas conquistas.

Aos meus tios (**Abel, Afonso e Andrelino**) e tias (**Joana, Sandra Carlene e Silvana**) que me incentivaram e deram apoio aos meus estudos reconhecendo minha dedicação.

A todos meus familiares pelo respeito e amizade.

Aos amigos **Edson Lucas, Wagner e Juliano**, que mesmo na distância me incentivaram durante toda graduação.

Aos amigos que a faculdade permitiu conhecer e conviver enfrentando as dificuldades.

A todos colegas que acreditaram nos meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus, pela saúde, por sempre me abençoar e por todas as oportunidades que me fizeram acreditar na minha fé e na minha capacidade.

Ao Prof. Antônio Henrique C. do Nascimento por acreditar no meu potencial, por apostar nos meus planos durante os trabalhos, por contribuir para minha formação profissional pelo conhecimento transmitido, pela paciência, compreensão e confiança.

Ao Grupo de Estudos e Tecnologias de Convivência com o Semiárido – GETECS, pela oportunidade de poder contar com o apoio da equipe durante os trabalhos desenvolvidos.

Ao Prof. Breno Leonan e Prof. Alexandre Campelo pelas contribuições e conhecimento repassados através deste trabalho.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco e a todos Professores da Instituição que contribuíram significativamente para a minha graduação.

Aos colegas de turma – Álef; Ailson; Edvaldo; Geovane; Guilherme; Gleydson; Lucas; Roberto; Sidney; Suelyson; Victor; pela amizade e pelos bons momentos vivenciados durante a graduação.

Aos colegas do grupo de pesquisa – Edimir; Isaac; Renato; Rivaldo; Romário; os meus sinceros agradecimentos e gratidão.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte deste trabalho e da concretização deste sonho.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 2. OBJETIVOS..... | 17 |
| 2.1 Geral..... | 17 |
| 2.2 Específicos | 17 |
| 3. REFERÊNCIAL TEÓRICO | 13 |
| 3.1 Aspectos gerais da cultura do rabanete | 17 |
| 3.2 A irrigação no cultivo do rabanete | 15 |
| 3.3 Adubação orgânica no rabanete..... | 17 |
| 4. MATERIAIS E MÉTODOS..... | 17 |
| 4.1 Localização e caracterização | 17 |
| 4.2 Delineamento experimental e análise estatística..... | 17 |
| 4.3 Variáveis analisadas | 179 |
| 4.4 Condução experimental | 17 |
| 4.5 Manejo da irrigação | 17 |
| 4.6 Condições climáticas | 1725 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 28 |
| 5.1 Análise estatística | 28 |
| 5.2 Rendimento comercial..... | 29 |
| 5.3 Características agronômicas | 31 |
| 5.4 Eficiência do uso da água..... | 34 |
| 6. CONCLUSÃO | 36 |
| 7. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES..... | 37 |
| 8. REFERENCIAS | 38 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Localização da área experimental..... | 17 |
| Figura 2 – Croqui da área..... | 18 |
| Figura 3 – Área experimental durante construção..... | 20 |
| Figura 4 – Área experimental após construção..... | 20 |
| Figura 5 – Utilização de gabarito..... | 21 |
| Figura 6 – Pilhas de compostagem..... | 22 |
| Figura 7 – Pesagem da adubação..... | 22 |
| Figura 8 - Distribuição da adubação..... | 22 |
| Figura 9 – Sistema de irrigação..... | 24 |
| Figura 10 – Dados de precipitação..... | 25 |
| Figura 11 – Dados de Evapotranspiração..... | 25 |
| Figura 12 – Avaliação do sistema de irrigação..... | 27 |
| Figura 13 – Valores de IRN e ITN..... | 27 |
| Figura 14 – Valores finais de IRN e ITN..... | 27 |
| Figura 15 - Gráfico de regressão..... | 29 |
| Figura 16 - Gráfico de rendimento produtivo..... | 30 |
| Figura 17 - Gráfico da parte aérea..... | 31 |
| Figura 18 - Gráfico de diâmetro das raízes..... | 32 |
| Figura 19 - Gráfico de comprimento das raízes..... | 33 |
| Figura 20 – EUA para massa seca da raiz..... | 34 |
| Figura 21 – EUA para massa seca da parte aérea..... | 34 |
| Figura 22 – EUA para massa seca total..... | 34 |
| Figura 23 – EUA para massa verde total..... | 35 |
| Figura 24 – EUA para massa verde das raízes..... | 35 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Análise de solo da área experimental | 17 |
| Tabela 2 – Extração de macronutrientes | 21 |
| Tabela 3 – Resultado da avaliação do sistema de irrigação | 26 |
| Tabela 4 – Classificação CUD | 26 |
| Tabela 5 – Valores de IRN e ITN | 26 |
| Tabela 6 – Análises de variância | 28 |

RESUMO

O estresse hídrico ao longo do ciclo da cultura do rabanete pode interferir no seu desenvolvimento, causando alterações na morfologia, interferindo nas reações bioquímicas da planta. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o rendimento produtivo do rabanete (*Raphanus sativus* L.) cultivado sob diferentes lâminas de irrigação e qualidades de adubação, no período de setembro a dezembro de 2019, na Unidade Acadêmica de Serra Talhada - UFRPE/UAST. O delineamento adotado foi em esquema fatorial (5 x 3) x 4 constituídos por cinco lâminas de irrigação (50, 75, 100, 125 e 150% da ETc), três fontes de adubação (duas fontes orgânicas e uma fonte mineral como tratamento testemunha) e quatro repetições, em blocos casualizados com arranjo de parcelas subdivididas. Foram efetuadas campanhas para obtenção de dados biométricos e de biomassa. Dos parâmetros biométricos foram analisados: altura da parte aérea, número de folhas, peso da planta, diâmetro comercial, comprimento do sistema radicular e peso da raiz. A Biomassa foi realizada para determinar a eficiência do uso da água. A lâmina de irrigação de 113,2% da ETc proporcionou maior produção da parte comercial do rabanete. Verificou-se que a eficiência do uso da água é maximizada com a utilização de menores lâminas de irrigação. É viável substituir parcial ou totalmente a adubação mineral pela adubação orgânica, para a produção de rabanete.

Palavras-chave: *Raphanus sativus* L., composto orgânico, semiárido.

ABSTRACT

Water stress along the radish crop cycle may interfere with its development, causing changes in morphology, interfering with the biochemical reactions of the plant. The objective of this work was to evaluate the productive yield of radish (*Raphanus sativus* L.) cultivated under different irrigation depths and fertilization qualities, from September to December 2019, in the Serra Talhada Academic Unit - UFRPE/UAST. The design adopted was in a factorial scheme (5 x 3) x 4 consisting of five irrigation depths (50, 75, 100, 125 and 150% of The ETc), three sources of fertilization (two organic sources and one mineral source as control treatment) and four replications, in randomized blocks with arrangement of subdivided plots. Campaigns were carried out to obtain biometric and biomass data. Of the biometric parameters, the following parameters were analyzed: shoot height, number of leaves, plant weight, commercial diameter, root system length and root weight. Biomass was performed to determine the efficiency of water use. The irrigation depth of 113.2% of the ETc provided higher production of the commercial part of the radish. It was found that the efficiency of water use is maximized with the use of smaller irrigation depths. It is feasible to partially or fully replace mineral fertilization with organic fertilization for the production of radish.

Keywords: *Raphanus sativus* L., organic compound, semi-arid.

1. INTRODUÇÃO

A demanda por hortaliças no Brasil vem crescendo significativamente devido às mudanças no estilo de vida das pessoas em busca de uma alimentação mais saudável. Nesta ocasião o rabanete (*Raphanus sativus* L.), mesmo com tamanha qualidade nutricional é considerado ainda, dentre as culturas consumidas com esta finalidade, de pouca expressividade no mercado nacional (PULITI et al., 2009), porém torna-se bastante representativo quanto ao número propriedades nos cinturões verdes das grandes cidades (OLIVEIRA et al., 2010), pois o seu cultivo possibilita um rápido retorno financeiro, permitindo a obtenção de renda no período de entressafras (MATOS et al., 2015).

A produção brasileira de rabanete está estimada em 9.052 toneladas, cultivadas em aproximadamente 6.056 estabelecimentos agropecuários, sendo cerca de 65 propriedades registradas somente em Pernambuco, mas com a produção nacional concentrada nas regiões sul e sudeste (IBGE, 2017). Já, a comercialização de sementes no Brasil gira em torno de 15,5 t ano⁻¹, sendo cultivados em aproximadamente 1.107 ha ano⁻¹ (ABCSEM, 2015).

O rabanete é uma espécie exigente em um solo fértil, e para evitar distúrbios fisiológicos, como a rachadura da raiz, que deprecia totalmente seu produto comercial, necessita de grandes quantidades de nutrientes em um curto espaço de tempo em que se desenvolve (OLIVEIRA et al., 2015).

Segundo Kiehl (2010) a utilização de adubos orgânicos disponibiliza nutrientes de forma proporcional durante o desenvolvimento da cultura, melhorando as características químicas e físicas do solo, evitando sua erosão através do incremento à sua estrutura física, além de disponibilizar macro e micronutrientes. Os esterco são fonte de matéria orgânica mais comum entre os adubos orgânicos, sendo utilizados na forma líquida dissolvidos em água, ou sólida misturando diretamente com o solo, ou ainda na forma de compostos, quando passam por pré-tratamento de decomposição. A composição dos esterco varia com a espécie e a idade do animal, tipo de alimentação utilizada, cuidados em sua manipulação antes da aplicação, entre diversos fatores (WEINÄRTNER et al., 2006).

No Brasil, a agricultura irrigada é qualificada como a atividade de maior consumo de água, e na maioria das áreas irrigadas, a ausência de um manejo racional resulta em aplicação excessiva, com desperdício de água e energia (SOUZA et al., 2013).

Estudos sobre lâmina de irrigação para cultura do rabanete mostram que reposições de 100% da demanda hídrica da cultura são dispensáveis, de modo que as reposições com valores de 60% a 80% da demanda já são suficientes para suprir a cultura sem comprometer a produção (KLAR et al., 2015). Utilizando a metodologia do Tanque Classe A para o manejo de irrigação do rabanete, Slomp et al. (2011) concluiu através de estudos que a lâmina de 40% da evaporação do tanque classe A atingiu níveis de produção equivalentes a lâminas de 100% da evaporação do tanque classe A. Contudo, ainda que a cultura do rabanete apresente bom comportamento mesmo a baixas lâminas de irrigação, o stress hídrico pode reduzir o diâmetro das

raízes tuberosas, em respaldo para a segunda fase do ciclo de cultivo, correspondente a fase de desenvolvimento (BREGONCI et al., 2008).

Apesar da importância da adubação orgânica e da preservação dos recursos hídricos, poucas são as pesquisas referentes aos efeitos da aplicação de lâminas de irrigação de forma conjunta com a utilização de adubos orgânicos para a cultura do rabanete, como sendo alternativa para o cultivo entressafras. Respostas desta cultura vêm sendo estudadas mediante ao cultivo submetido a diferentes adubos orgânicos e diferentes proporções de água, com o intuito de obter a maximização da produção com menor impacto econômico e ao meio ambiente.

Diante do exposto, objetiva-se com este trabalho estudar os efeitos da interação entre diferentes níveis de irrigação, juntamente com a aplicação de diferentes qualidades de adubação, sobre a produção da cultura do rabanete, variedade cometa, cultivada em canteiros, bem como verificar a eficiência de uso da água, nas condições edafoclimáticas do Sertão do Pajeú-PE.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Estudar o crescimento, o desenvolvimento e o rendimento produtivo da cultura do rabanete submetido a diferentes reposições hídricas e fontes de adubação orgânica e mineral.

2.2 Específicos

Analisar o rendimento e produtividade do rabanete em função da aplicação de lâminas crescentes de irrigação;

Verificar o acúmulo de biomassa da cultura do rabanete submetida a interação entre lâminas de irrigação com adubação orgânica;

Quantificar a lâmina de irrigação mais eficiente no manejo da cultura do rabanete;

Determinar a melhor fonte de adubação para maior desempenho produtivo e viabilidade econômica.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Aspectos gerais da cultura do rabanete

O rabanete (*Raphanus sativus* L.) é uma hortaliça pertencente à família Brassicaceae, apresentando raiz tuberosa com forma globular, de coloração avermelhada, polpa branca e sabor picante (FILGUEIRA, 2008). Segundo estudiosos seu centro de origem encontra-se ao sul da Europa, mais precisamente da região do Mediterrâneo, sendo cultivada há mais de três mil anos (MAIA et al., 2011).

A melhor época para o cultivo do rabanete encontra-se entre o outono e o inverno, pois tolera bem eventos de frio e geadas, apresentando melhor desenvolvimento do sistema radicular em dias curtos e temperaturas de 10 a 20 °C (STEINER et al., 2009). Em condições de temperaturas amenas, o ciclo do rabanete é mais longo, da sementeira até a colheita, porém com o aumento significativo na temperatura e no fotoperíodo, as cultivares, mesmo as anuais, emitem o pendão floral (FILGUEIRA, 2008).

O ciclo do rabanete pode ser dividido basicamente em quatro fases de desenvolvimento: fase inicial – período que abrange desde o plantio até a emergência; fase vegetativa – da emergência até 80% do máximo desenvolvimento vegetativo; fase produtiva – do início do engrossamento da raiz até o início da senescência da parte aérea; fase de maturação – do final da fase de produção até a colheita (MAROUELLI et al., 2010).

Caracteriza-se como uma das culturas de ciclo mais curto dentre as demais hortaliças, podendo a colheita ser realizada a partir de 20 a 35 dias após a sementeira, dependendo da cultivar utilizada e do manejo adotado, tornando-se uma boa alternativa para o produtor rural, pois apesar de ser uma cultura de pequena importância em termos da área plantada, esta é cultivada em grande número de pequenas propriedades dos cinturões verdes das regiões metropolitanas (CARDOSO & HIRAKI, 2001).

Quanto ao teor nutricional a raiz do rabanete apresenta, em sua composição, alta concentração de nutrientes e vitaminas (BONFIM-SILVA et al., 2015), substâncias antioxidantes e baixa quantidade de calorias (CAETANO et al., 2015).

Segundo Cortez et al. (2009) a cada 100 gramas de raiz *in natura* apresenta cerca de 15,9 calorias; 96,2% de água; 30 µg de vitamina B1 (tiamina); 30 µg de vitamina B2 (riboflavina); 0,3 µg de vitamina B3 (niacina); 18,3 mg de vitamina C (ácido ascórbico); 0,5 mg de cobre; 10 mg de magnésio; 3,7 mg de zinco; 382,9 mg de potássio; 86,5 mg de sódio; 138 mg de cálcio; 1,71 mg de ferro e 64 mg de fósforo.

O rabanete é uma espécie exigente em solos leves e férteis, com pH ideal na faixa de 5,5 a 6,8, apresentando uma alta demanda nutricional em um curto intervalo de tempo, com destaque a necessidade de N (FILGUEIRA et al., 2008). Para evitar distúrbios fisiológicos, como a rachadura da raiz, é possível atender a demanda utilizando adubo orgânico, na faixa de 15 a 45 t ha⁻¹ de húmus de minhoca ou esterco bovino curtido (COSTA et al., 2006).

3.2 A Irrigação no cultivo do rabanete

Estudando níveis de reposição da capacidade de campo no cultivo do rabanete Pereira et al. (1999) concluíram que as melhores produções e raízes foram alcançadas nos maiores níveis de reposição da capacidade de campo, e que os níveis de reposição influenciaram o potencial hidrogênico (pH) do produto. Para Bregonci et al. (2008) o stress hídrico reduz o diâmetro das raízes tuberosas, principalmente quando aplicado na segunda fase do ciclo de cultivo, mas com pouco efeito sobre o comprimento das raízes.

Em situações que se percebe o rachamento das raízes com frequência, geralmente atribui-se a alta oscilação hídricas e térmica no solo, advindas de altas temperaturas e ausência de cobertura morta, as quais favorecem o secamento da camada superficial, e conseqüentemente agrava o problema. Também pode ser atribuída ao rápido desenvolvimento do sistema radicular e à aplicação de adubos orgânicos, os quais disponibilizam altas concentrações de nitrogênio (COSTA et al., 2006). Raízes rachadas são frequentes nos cultivos, fazendo com que os híbridos tolerantes sejam preferidos pelos horticultores (ABCSEM, 2015).

Além da rachadura, as raízes de rabanete podem ser comprometidas pelo fenômeno da isoporização, tornando-se esponjosas e pouco palatáveis, depreciando completamente o produto comercial. Para prevenir a isoporização, recomenda-se elevar o teor de umidade do solo, mantendo-o próximo a 100% da umidade na capacidade de campo, e realizar a colheita antes que as raízes atinjam tamanho máximo (FILGUEIRA, 2008).

3.3 Adubação orgânica no rabanete

Para cada espécie e para cada nível de fertilidade do solo, existe uma dose recomendada de adubação, tornando imprescindível o estudo experimental de diferentes fontes e doses de adubos orgânicos, para se obter um equilíbrio nutricional nas várias situações observadas no campo (LANNA, 2014).

É de fundamental importância a adição de adubos orgânicos no cultivo de hortaliças, seja na forma de esterco, compostagem ou húmus de minhoca, pois estes permitem o incremento a estrutura e às propriedades físicas do solo, além de disponibilizar os nutrientes necessários para diferentes culturas (PEIXOTO, 2000).

Existem diversos tipos de adubos orgânicos, provenientes de fontes distintas, que podem ser adicionados ao solo com o objetivo de melhorar as características químicas e físicas. Estes tipos de adubos podem ser obtidos de restos vegetais e animais, compostados ou não, além de resíduos líquidos, de modo que cada um destes adubos pode provocar diferentes respostas que variam com o clima, umidade do solo, tipo de solo, atividade microbiana, entre outros fatores (LANNA, 2014).

Os resíduos sólidos, provenientes de vegetais e/ou animais, quando manejados de forma controlada para um processo de decomposição aeróbica, sob ação microbiológica, obtendo-se um produto final rico em húmus, que pode ser estocado e aplicado ao solo como insumo agrícola, pode ser definido como composto (KIEHL, 2010).

O composto no geral, podem fornecer nutrientes prontamente disponíveis para as plantas, possibilitando a reciclagem de resíduos vegetais e animais. Mantendo-se a temperatura em uma faixa de 45 a 65°C durante o processo de compostagem, é possível a eliminação de patógenos e propágulos de ervas indesejáveis (SOUZA; RESENDE, 2003).

Segundo Villas Bôas et al. (2004), no processo de compostagem os nutrientes são bastante variáveis, pois certamente varia a qualidade do material de origem. Com isso não se pode ter um padrão nutricional de composto orgânico, pois cada situação observada no campo difere de outra por diversos motivos, como a quantidade de matéria orgânica presente no solo, a prática ou não da adubação orgânica anterior, o tipo de solo utilizado, a cultura anterior e cultivares utilizados. Este mesmo autor recomenda doses de composto orgânico com proporção entre 10 a 100 t ha⁻¹, podendo ainda ser ainda mais elevados em casos de alta demanda nutricional da cultura juntamente com a utilização de composto de baixa qualidade nutricional.

Existe uma carência de trabalhos relacionando doses de adubação orgânica com aplicação de diferentes lâminas de irrigação na produção do rabanete. Para realização do presente trabalho, tem-se como base trabalhos relacionados a aplicação destes tratamentos de forma isolada.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Localização e caracterização

Os experimentos foram conduzidos no campo experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco, na Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UFRPE / UAST (Figura 1), entre o período de setembro a dezembro de 2019.

O clima dessa região caracteriza-se por ser muito quente e semiárido, sendo classificado, conforme W. Köppen, como tipo BSw'h', com temperatura do mês mais frio superior a 18°C e chuvas de verão-outono, cujo período chuvoso se inicia em janeiro, com término em maio. A precipitação média anual é de 639 mm e temperatura média anual em torno de 25,2°C (LAMEPE/ITEP, 2017).

O solo da área experimental classifica-se como Cambissolo salino sódico (SIBCS, 2006). A partir de amostragens e análises, este solo apresentou as características químicas descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição da análise de solo da área experimental.

| pH | P | K | Ca | Mg | Na | H+Al | S.B. | CTC | V | M.O. |
|--------------------|--------------------|------------------------------------|-----|-----|------|------|------|-----|------|------|
| (H ₂ O) | mg/dm ³ | cmol _c /dm ³ | | | | | | | % | % |
| 6,6 | 7 | 0,23 | 6,8 | 2,9 | 0,57 | 1,5 | 10,5 | 12 | 87,5 | 1,1 |



Figura 1. Localização da área experimental (Disponível em Google Earth Pro, acesso em 10 de dezembro de 2019).

4.2 Delineamento experimental e análise estatística

O ensaio foi realizado em esquema fatorial 5 x 3 (Figura 2), com parcelas subdivididas e com quatro repetições, através do delineamento em blocos casualizados, avaliando o efeito da interação de 5 lâminas de irrigação (75%, 100%, 125%, 150% e 175 % da ETc), com três qualidades de adubação (composto orgânico com esterco curtido de caprinos, ovinos, e NPK para o tratamento testemunha). Afim de garantir os resultados, adotou-se para cada subparcela, duas plantas distanciadas como bordadura, isolando as plantas efetivas a serem avaliadas, totalizando dentre as 18 linhas de cultivo para cada canteiro um total de 12 linhas apenas para bordadura.

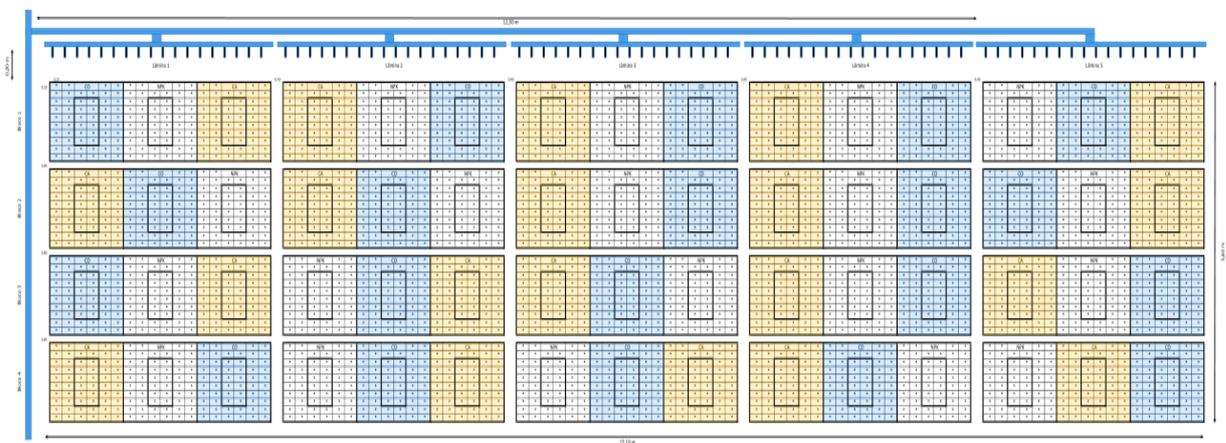


Figura 2. Croqui da área experimental, apresentando no sentido horizontal 5 parcelas (canteiros) referentes ao tratamento de lâminas de irrigação; e 3 subparcelas referente aos tratamentos de adubação; e apresentando no sentido vertical os 4 blocos (repetições).

Na análise estatística, após a identificação da significância entre os tratamentos, os dados qualitativos foram submetidos à comparação de médias utilizando o teste de Tukey ou teste t a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade a depender do coeficiente de variação e a adequação dos dados ao Erro tipo I ou Tipo II. Os dados quantitativos foram submetidos à análise de regressão buscando-se ajustar as equações com significados plausíveis aos tratamentos utilizados.

Na análise de regressão, as equações que melhor se ajustaram aos dados foram escolhidas com base na significância dos coeficientes de regressão a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade pelo teste T e no maior coeficiente de determinação (R^2). Esses estudos foram realizados com o auxílio do software Excel do Pacote Microsoft Office, e o software Sisvar 5.6. Quanto aos gráficos parte foram construídos utilizando o software SigmaPlot e outra parte utilizando software Excel.

4.3 Variáveis analisadas

Para analisar os efeitos da interação das diferentes lâminas e adubações na cultura do rabanete, foram efetuadas campanhas para obtenção de dados biométricos e de biomassa, a cada quatro dias após a diferenciação dos tratamentos de lâmina de irrigação, de modo a coletar em cada avaliação 3 plantas por subparcela, ou 9 plantas por parcela. As plantas coletadas foram previamente lavadas e separadas de acordo com seu respectivo tratamento de adubação, de irrigação e bloco (repetição).

Para a biometria foram analisados altura de planta (AP, cm), comprimento de raízes (CR, cm), diâmetro de raízes (DR, cm), massa verde de raízes (MVR, g/planta), número de folhas (NF, unidades). A altura da planta foi obtida medindo-se a distância da base até o meristema apical, utilizando-se para isso uma régua graduada. O número de folhas foi determinado considerando-se as folhas totalmente expandidas, para obter um controle durante as coletas.

O diâmetro da raiz foi obtido com o auxílio de um paquímetro (graduado em mm) medindo na parte intermediária da raiz. As amostragens foram realizadas em intervalos médios de quatro dias após a diferenciação dos tratamentos de lâminas de irrigação até o final do ciclo, de acordo com MIRANDA & YOGUI (2012).

A biomassa foi obtida separando-se a parte aérea do sistema radicular e após o secamento do material fresco em estufa a 65°C, por um período mínimo de 48 horas, até obter peso constante, obteve-se o peso seco das plantas com o auxílio de uma balança analítica com 0,0001g de precisão (MIRANDA & YOGUI, 2012).

De posse dos dados de massa verde total (MVT, g/planta), massa seca de raízes (MSR, g/planta), massa seca da parte aérea (MSPA, g/planta), massa seca total (MST, g/planta), para o final do ciclo do rabanete, foram estudadas as características agrônômicas quantitativas de rendimento produtivo.

A eficiência do uso da água (EUA) foi obtida, por meio da relação entre a matéria seca total da planta (kg ha^{-1}) e o volume total de água aplicado (mm) o último dia do ciclo, conforme a equação (Equação 1) proposta por Lacerda et al. (2009):

$$EUA = \frac{BST}{L} \quad (\text{Equação 01})$$

Em que:

EUA – Eficiência do uso da água (Kg MS mm^{-1});

BST – Biomassa seca total (Kg MS ha^{-1});

L – Lâmina total de água aplicada (mm).

4.4 Condução experimental

Foram implantados vinte canteiros com dimensões de 20 centímetros de altura, 1,20 metros comprimento e 3 metros de largura cada, e com 40 cm de distância entre os mesmos (Figura 3). Os canteiros experimentais foram distribuídos em quatro blocos com cinco parcelas cada, representando o tratamento de lâminas de irrigação, de modo que cada parcela ainda fosse subdividida em outras 3 subparcelas, referente aos tratamentos de adubação (Figura 4). As subparcelas apresentavam 1,20 metros de comprimento por 1 metro de largura e separadas entre através de linhas de bordadura.



Figura 3. Área experimental e localização dos canteiros experimentais durante o período de construção.

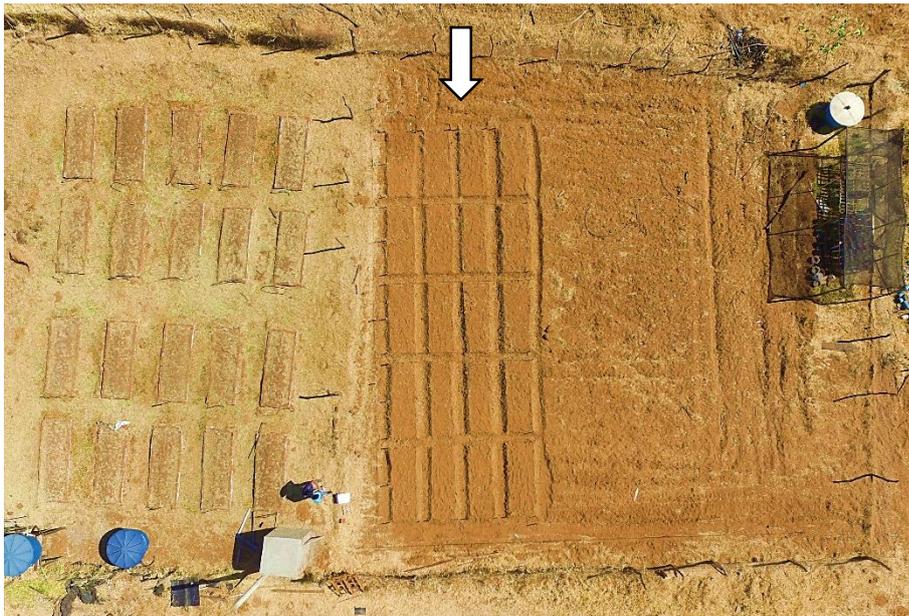


Figura 4. Área experimental e localização dos canteiros experimentais após o período de construção.

A semeadura foi realizada com espaçamento de 10 cm entre covas com o auxílio de um gabarito (Figura 5), 15 cm entre as linhas, a 1 cm de profundidade. O gabarito foi fundamental para redução do custo de sementes pois com a sua utilização foi possível realizar o semeio diretamente em covas equidistantes. Após 10 dias a partir da emergência total dos canteiros, as mudas foram desbastadas prevalecendo aquelas mais vigorosas e com espaçamento de 10 cm entre elas. Deste modo, buscou-se manter uma densidade de população próxima a 666.667 plantas/ha ou 67 plantas/m², totalizando uma média de 201 plantas por canteiro.



Figura 5. Utilização de gabarito como auxílio para o semeio em covas equidistantes.

A partir da análise de solo foi realizado o tratamento da adubação, sendo os cálculos realizados com base na capacidade de extração mineral da cultura do rabanete, assim como descrito na Tabela 2 segundo a metodologia adaptada por MALAVOLTA (1976), e FURLANI et al (1978).

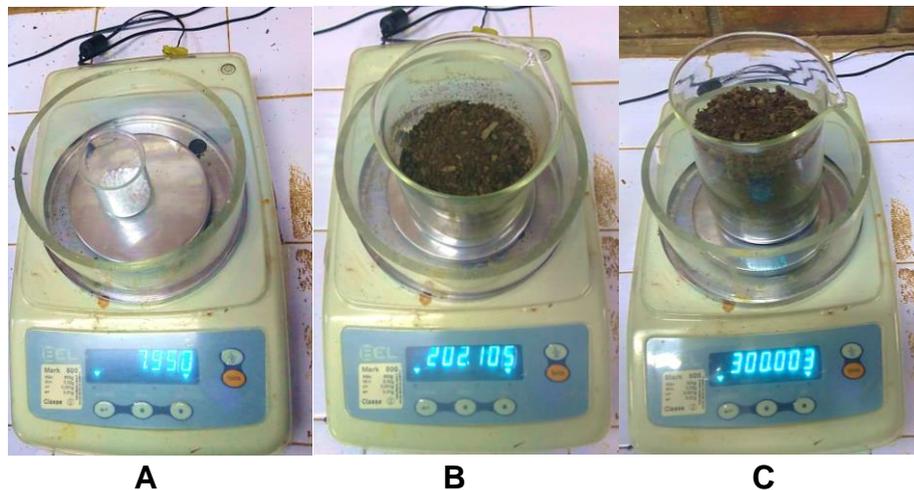
Tabela 2. Extração de macronutrientes por tonelada de matéria fresca produzida.

| Hortaliça | Cultivar | N | P | K | Ca | Mg | S |
|-----------|----------|---------------------------|-----|------|-----|-----|-----|
| | | g / ton de matéria fresca | | | | | |
| Rabanete | Cometa | 1190 | 283 | 2025 | 180 | 125 | 224 |

Para adubação orgânica foi utilizado duas qualidades de composto orgânico, preparados com esterco de caprinos e de coelhos (Figura 6), e como adubação mineral para ao tratamento testemunha será utilizado uma fonte comercial de NPK. Mediante os cálculos de adubação, a separação e quantificação em laboratório (Figura 7), a matéria orgânica foi distribuída (Figura 8), por meio de sorteio, obedecendo o modelo estatístico adotado, para então poder ser incorporada à camada superficial do solo sendo irrigada logo após o processo, a ponto de atingir a capacidade de campo, visando a uniformização do terreno para a semeadura a ser realizada três dias posteriores.



Figura 6. A frente está a pilha de compostagem com esterco de caprino, e ao fundo está a pilha de compostagem com esterco de coelho, ambas sendo preparadas para o revolvimento.



A

B

C

Figura 7. Pesagem de amostras dos tratamentos de adubação A, B e C, sendo adubação mineral, composto orgânico de caprino e composto orgânico de coelho, respectivamente.



Figura 8. Sorteio e distribuição das adubações nos canteiros experimentais.

4.5 Manejo da irrigação

O manejo de irrigação foi realizado diariamente, e inicialmente cada parcela foi irrigada com a mesma lâmina de água, durante um curto intervalo de tempo, afim de padronizar o stand de plantas, e atender as exigências da cultura na fase de plântula. A partir do 10º dia após a emergência, ou 5 dias após o desbaste, as parcelas foram submetidas à diferenciação referente aos 5 tratamentos de lâminas de irrigação.

As lâminas de irrigação foram definidas em função da porcentagem da evapotranspiração de referência (ET₀), sendo elas 50%, 75%, 100%, 125% e 150% da ET₀, e foram calculados com base na evapotranspiração da cultura (ET_c), conforme a equação (Equação 2) proposta por Allen et al. (1998), em que utiliza dos coeficientes da cultura (K_c).

(Equação 02)

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

Em que:

ET_c- Evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹);

ET₀- Evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹);

K_c- Coeficiente da cultura (adimensional);

Os coeficientes da cultura do rabanete são iguais a 0,45 (Estádio I – Fase Inicial por 5 dias), 0,55 (Estádio II - Fase de desenvolvimento por 8 dias), 0,95 (Estádio III – Fase Intermediária por 10 dias) e 0,65 (Estádio IV – Fase Final por 6 dias).

O processo da estimativa da evapotranspiração de referência (ET₀) diária pelo método de Penman-Monteith (Equação 3), foi realizado a partir da coleta dos dados da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), instalada na Universidade Federal Rural de Pernambuco, no Campos de Serra Talhada, e do software de Sistema para Manejo da Agricultura Irrigada - SMAI. Esta ferramenta tem como alvo principal os pequenos produtores carentes por falta de conhecimento técnico para efetuar o manejo correto de suas culturas.

(Equação 03)

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)}$$

Em que:

ET_o - Evapotranspiração de referência (mm d⁻¹);

R_n - Saldo de radiação à superfície da cultura (MJ m⁻² d⁻¹);

G - Densidade do fluxo de calor do solo (MJ m⁻² d⁻¹);

T - Temperatura do ar a 2 m de altura (°C);

u² - Velocidade de vento a 2 m de altura (m s⁻¹);

e_s - Pressão de vapor de saturação (kPa);

e_a - Pressão parcial de vapor (kPa);

Δ - Declividade da curva de pressão de vapor de saturação (kPa °C⁻¹), e

γ - Coeficiente psicrométrico (kPa °C⁻¹)

A aplicação das cinco lâminas de irrigação (50%, 75%, 100%, 125% e 150% da evapotranspiração da cultura) foram realizadas por meio do sistema de irrigação localizado, por gotejamento (Figura 9).



Figura 9. Sistema de irrigação localizado finalizado utilizado nos canteiros experimentais.

4.6 Condições climáticas

As variações dos elementos meteorológicos durante o cultivo do rabanete estão apresentadas na Figura 10 e Figura 11. Durante o período, os valores diários de temperatura média oscilaram entre 26,0 e 30,5 °C, e os valores médios diários de umidade relativa do ar variaram entre 32,9 e 67,4%. Este comportamento influenciou a evapotranspiração de referência (ET₀) que variou entre 4,5 e 7,7 mm d⁻¹. Houveram três precipitações pluviais durante o período seco, totalizando uma altura de chuva de 52,6 mm. Conforme Costa (1994), alturas precipitadas inferiores a 1 mm não devem ser consideradas como evento de chuva, pois trata-se de uma quantidade que fica totalmente retida na cobertura vegetal, não atingindo o solo.

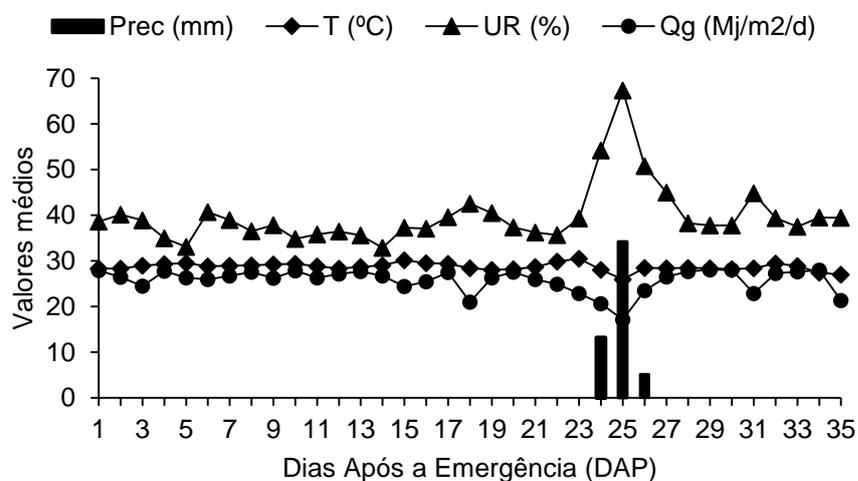


Figura 10. Dados de precipitação (mm), temperatura (°C), umidade relativa (%), radiação solar (Mj/m²/d), durante o ciclo do rabanete.

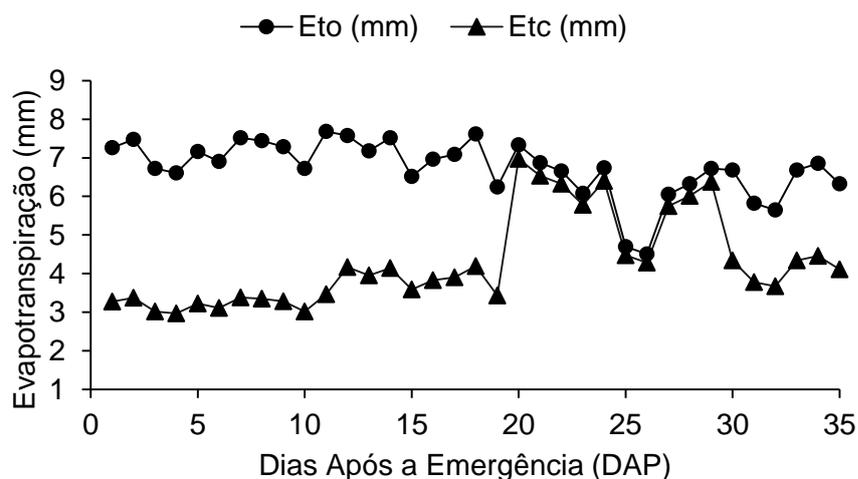


Figura 11. Dados de Evapotranspiração de referência – ET₀ (mm) e Evapotranspiração da cultura – ET_c (mm), durante o ciclo do rabanete.

A evapotranspiração de referência (ET₀) ocorrida ao longo do cultivo do rabanete foi utilizada para a determinação da lâmina de irrigação aplicada nos tratamentos, no entanto levou-se em consideração também o resultado da análise de eficiência do sistema de irrigação (Figura 12). Os valores do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), Coeficiente de Uniformidade Estatístico (CUE), Coeficiente de Distribuição (CUD) e Eficiência de Aplicação estão apresentados na Tabela 3.

Para a interpretação dos valores obtidos pela avaliação do sistema de irrigação utilizou-se a metodologia de MERRIAN & KELLER (1978), onde o CUD maior que 90% classifica-se como excelente; entre 80% e 90%, bom; 70% e 80%, regular; e menor que 70% é ruim (Tabela 4). A partir dos resultados da análise do sistema de irrigação foi possível classificar o sistema como excelente.

A partir da avaliação e da consideração dos valores de evapotranspiração de referência (ET₀) ocorrida durante o ciclo do rabanete foi possível obter os valores de irrigação real necessária, irrigação total necessária e a lâmina total de água aplicados em cada tratamento (Tabela 5), permitindo quantificar e verificar o comportamento da demanda hídrica durante o ciclo (Figura 13) e ao final do ciclo de cultivo do rabanete (Figura 14).

Tabela 3. Resultado da avaliação do sistema de irrigação.

| Lâminas | Testes | | | |
|----------------------|---------|---------|---------|--------|
| | CUC (%) | CUE (%) | CUD (%) | EA (%) |
| 50% ET _c | 98,2 | 97,7 | 97,8 | - |
| 75% ET _c | 98,0 | 98,1 | 98,1 | - |
| 100% ET _c | 97,3 | 97,4 | 96,7 | - |
| 125% ET _c | 95,1 | 97,7 | 97,4 | - |
| 150% ET _c | 94,4 | 88,5 | 89,1 | - |
| Valor Médio | 96,6 | - | - | 91,8 |

Tabela 4. Classificação do CUD.

| Parâmetros avaliados | Classificação |
|----------------------|---------------|
| 90 a 100% | Excelente |
| 80 a 90% | Bom |
| 70 a 80% | Regular |
| Menor que 70% | Ruim |

Tabela 5. Valores da irrigação real necessária (IRN) e irrigação total necessária (ITN) aplicada nos distintos tratamentos.

| Evento | Lâminas de irrigação | | | | |
|----------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 50% ET _c | 75% ET _c | 100% ET _c | 125% ET _c | 150% ET _c |
| IRN (mm) | 70,8 | 106,1 | 141,5 | 176,9 | 212,3 |
| ITN (mm) | 76,9 | 115,4 | 153,8 | 192,3 | 230,7 |



Figura 12. Coleta de água para avaliação da eficiência do sistema de irrigação.

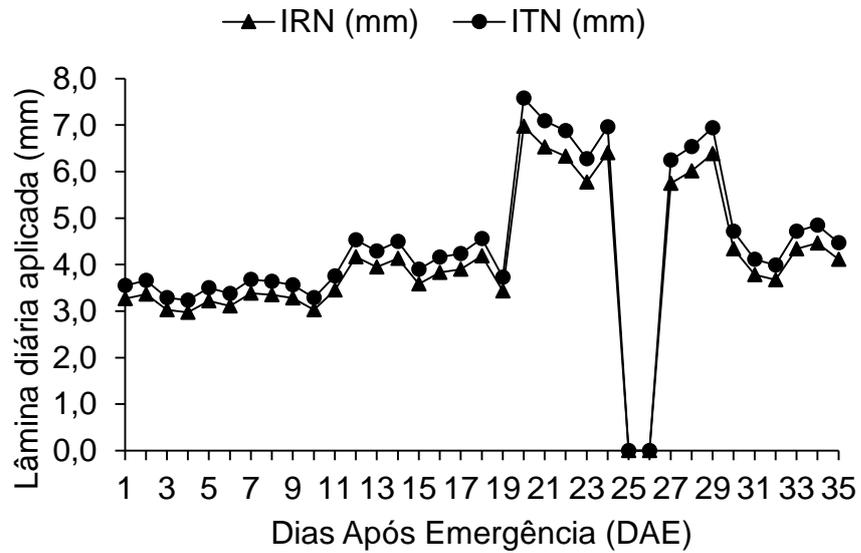


Figura 13. Apresentação dos valores finais das lâminas de irrigação real necessária (IRN) e irrigação total necessária (ITN).

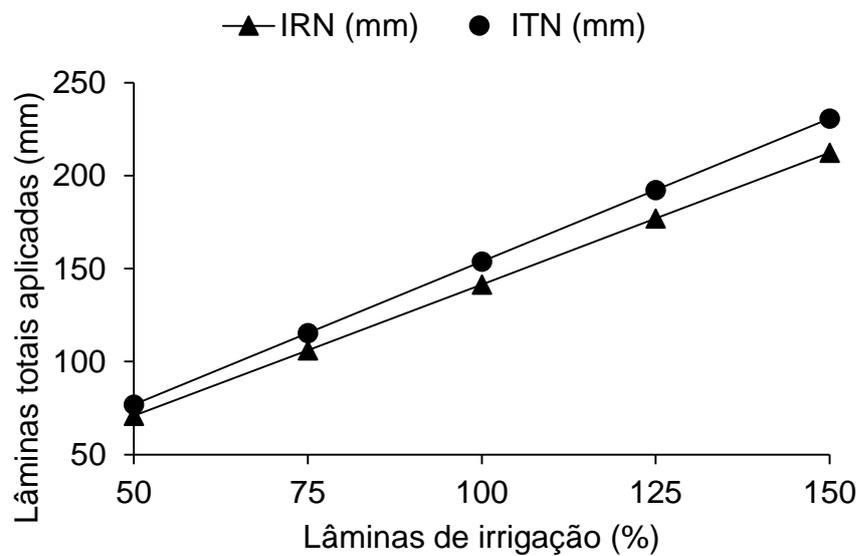


Figura 14. Apresentação dos valores finais das lâminas de irrigação real necessária (IRN) e irrigação total necessária (ITN).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise estatística

Observa-se na Tabela 6 o resumo das análises de variância para o ciclo do cultivo do rabanete. Houve interação significativa para o tratamento de lâminas de irrigação para o diâmetro de raízes, massa verde de raízes, número de folhas, massa verde total, massa seca de raízes, massa seca da parte aérea e massa seca total. No entanto, não foi observado efeito significativo do tratamento de lâminas de irrigação para a altura de planta e comprimento de raízes. Observou-se também que o tratamento de adubação isoladamente assim como a interação da adubação com as lâminas de irrigação não causou efeito significativo, estatisticamente, para as variáveis analisadas.

As lâminas de irrigação não afetaram o comprimento da raiz, corroborando com BREGONCI et al. (2008). Para este autor o stress hídrico acaba por reduzir o diâmetro das raízes tuberosas, principalmente quando aplicado na segunda fase do ciclo de cultivo, e em condições experimentais o mesmo autor encontrou pouco efeito sobre o comprimento das raízes. FARIA et al. (2013) também não verificaram diferença estatística no comprimento de raiz para a cultivar Cometa em Nova Xavantina, MT.

Tabela 6. Análises de variância da altura de planta (AP, cm), comprimento de raízes (CR, cm), diâmetro de raízes (DR, cm), massa verde de raízes (MVR, g/planta), número de folhas (NF, unidades), massa verde total (MVT, g/planta), massa seca de raízes (MSR, g/planta), massa seca da parte aérea (MSPA, g/planta), massa seca total (MST, g/planta), para o final do ciclo do rabanete.

| FV | GL | QM | | | | | | | | |
|----------|----|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | AP | CR | DR | MVR | NF | MVT | MSR | MSPA | MST |
| Blocos | 3 | 2,80 ^{NS} | 0,71 ^{NS} | 86,64* | 149,36* | 3,67* | 225,00 ^{NS} | 0,18 ^{NS} | 0,14 ^{NS} | 0,64 ^{NS} |
| Lâmina | 4 | 8,96 ^{NS} | 2,77 ^{NS} | 208,72* | 329,02** | 3,32* | 732,44** | 1,19** | 0,79** | 3,41** |
| Erro 1 | 12 | 5,26 | 1,82 | 20,29 | 35,93 | 0,81 | 94,990 | 0,17 | 0,09 | 0,41 |
| Adubação | 2 | 3,05 ^{NS} | 0,32 ^{NS} | 0,52 ^{NS} | 16,12 ^{NS} | 0,12 ^{NS} | 72,65 ^{NS} | 0,41 ^{NS} | 0,08 ^{NS} | 0,71 ^{NS} |
| L x A | 8 | 3,82 ^{NS} | 0,69 ^{NS} | 53,60 ^{NS} | 40,95 ^{NS} | 0,37 ^{NS} | 76,07 ^{NS} | 0,14 ^{NS} | 0,05 ^{NS} | 0,33 ^{NS} |
| Erro 2 | 30 | 7,40 | 1,22 | 31,76 | 41,03 | 0,96 | 92,81 | 0,18 | 0,08 | 0,44 |
| CV 1 (%) | - | 19,11 | 23,54 | 14,92 | 35,19 | 17,83 | 36,50 | 35,42 | 42,99 | 34,26 |
| CV 2 (%) | - | 22,67 | 19,24 | 18,67 | 37,60 | 19,48 | 36,08 | 36,58 | 41,57 | 35,34 |

FV= fonte de variação; gL= grau de liberdade; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ns= não significativo.

5.2 Rendimento comercial

Observou-se se na Figura 15 que o tratamento de lâmina de irrigação foi significativo para as variáveis de rendimento comercial, matéria fresca e número de folhas de modo a apresentar uma curva de regressão, de melhor ajuste nos modelos matemáticos. Dentre as lâminas aplicadas, o valor de 113,2% da ETc foi o que proporcionou maior rendimento produtivo, com relação ao peso da parte comercial da raiz de rabanete. Já o tratamento de lâmina de irrigação de 118,1% da ETc foi o valor que melhor se ajustou para obtenção de maior matéria fresca, ou seja, massa verde total da planta. Por outro lado, a lâmina de irrigação de 111,7% da ETc apresentou o maior número de folhas para as plantas de rabanete.

Dentre os tratamentos referente as lâminas de irrigação, observou-se um mesmo comportamento para as variáveis estudadas. Contudo nota-se que a lâmina correspondente a 75% da ETc provocou um comportamento bastante satisfatório quando comparada com as demais lâminas, atingindo um desempenho bem próximo da lâmina ideal. Essa característica já era esperada, pois diante da precocidade e da rusticidade da cultivar estudada, acreditou-se que lâminas inferiores também pudessem proporcionar desempenhos semelhantes as maiores lâminas.

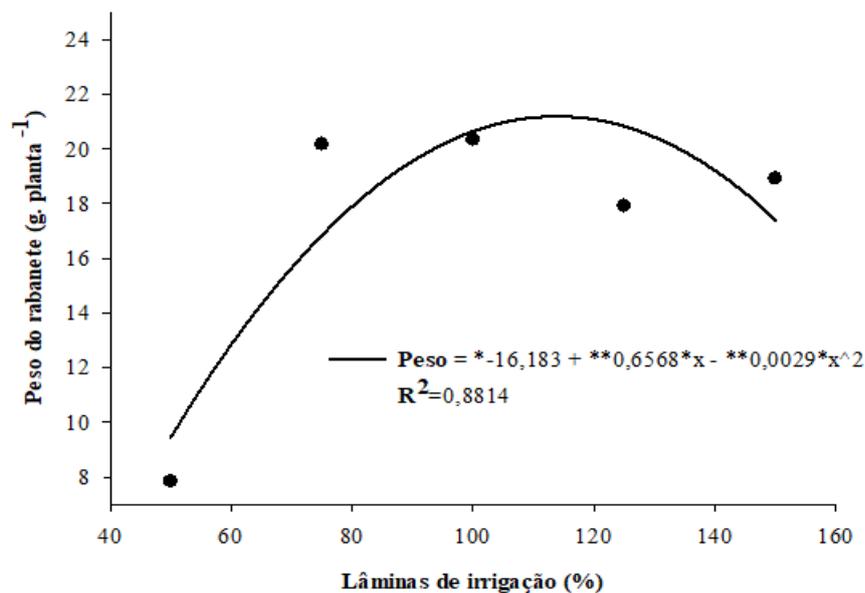


Figura 15. Gráficos de regressão para a variável rendimento produtivo.

Estudando o efeito da interação lâminas de irrigação e época de cultivo, CUNHA et al. (2017), verificaram que na época seca, a cultivar Cometa apresentou maior peso comercial de raízes de rabanete após o aumento das lâminas de irrigação, corroborando com os dados apresentados na Figura 16. Destacando que a condução experimental do rabanete também ocorreu na época seca, as lâminas de irrigação conferiram aumento significativo no rendimento comercial (massa fresca de raízes), assim como a lâmina de 100% ETc mostrou maior uniformidade de rendimento, corroborando com outras pesquisas (PEREIRA et al., 1999; BREGONCI et al., 2008; CARMICHAEL et al., 2012).

A aplicação do tratamento de irrigação de 50% da ETc com relação ao rendimento produtivo da parte da raiz comercial, apresentou uma queda na última avaliação (Figura 16), para os tratamentos de adubação mineral e adubação orgânica com esterco de coelho, porém o tratamento de adubação com esterco de caprino permaneceu crescente a todo momento. Esse comportamento não era esperado, e ainda não há estudos com resultados de comportamento semelhante para as mesmas condições experimentais, porém é possível justificar pelo fato da aleatoriedade no ato da colheita das amostras de rabanete, para a avaliação biométrica neste último dia.

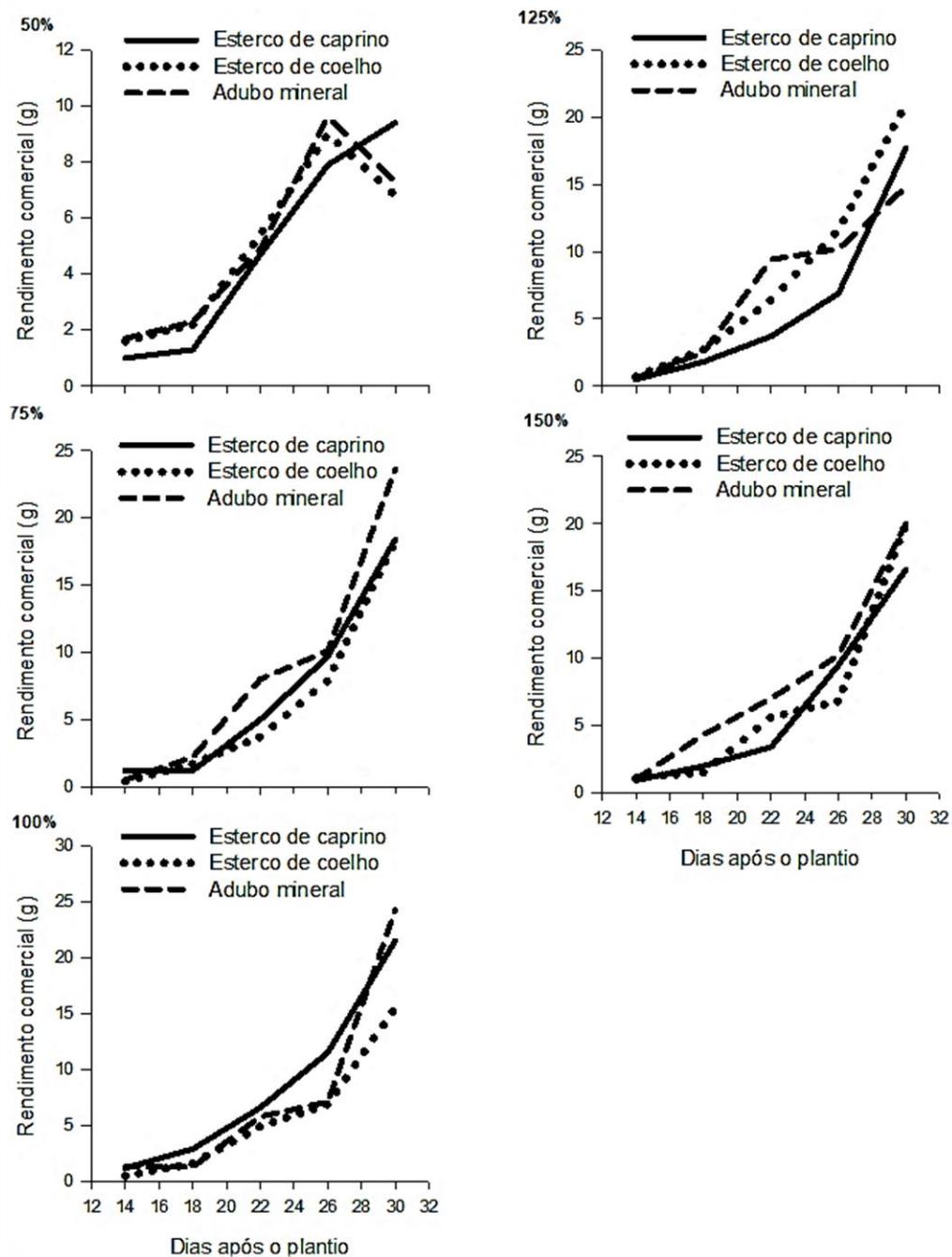


Figura 16. Rendimento produtivo da parte comercial de raízes para cada lâmina de irrigação, durante o ciclo do rabanete.

5.3 Características agrônômicas

Durante o ciclo do rabanete a altura da parte aérea (altura de planta) obteve um comportamento bastante dinâmico dado a cada tratamento de adubação e lâminas de irrigação, assim como descrito na Figura 17. Para as parcelas submetidas a lâmina de 50% da ETc, o tratamento de adubação com adubo mineral permitiu que a planta atingisse um porte maior mais precoce, mantendo o comportamento até o final do ciclo, quando comparado com as demais plantas submetidas a adubação orgânica, e tal comportamento dinâmico também se repetiu para as demais lâminas.

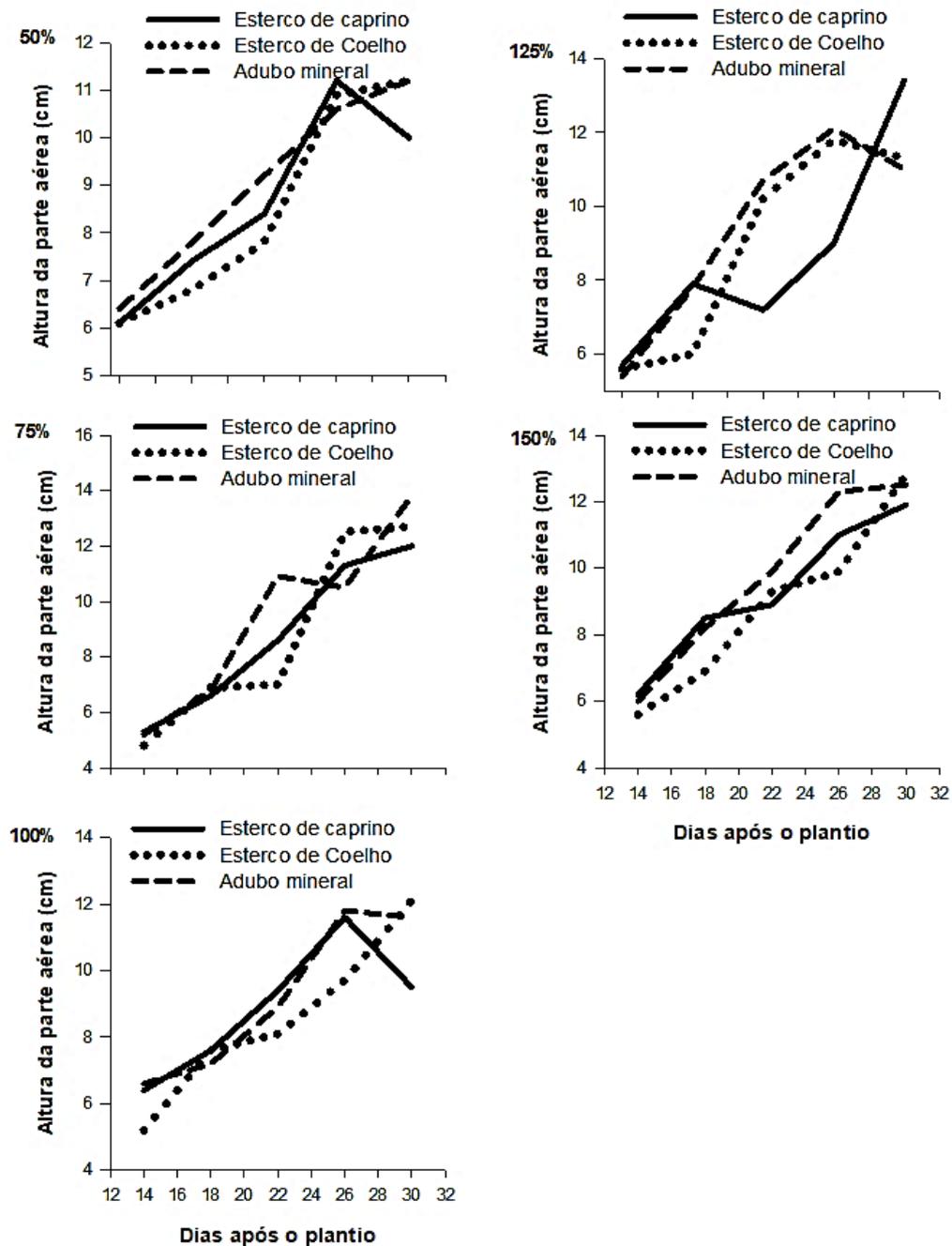


Figura 17. Altura da parte aérea para cada lâmina de irrigação, durante o ciclo do rabanete.

A variável diâmetro apresentou diferença significativa quanto ao tratamento de irrigação, no entanto apresentou, quanto ao comportamento durante o ciclo, uma anormalidade também significativa, de modo que na última avaliação os valores médios do diâmetro de raízes foram bastante inferiores, quando comparados aos valores médios da avaliação anterior. Esse comportamento dinâmico não permitiu que modelos matemáticos se ajustassem para identificar o ponto ideal.

O tratamento de adubação mineral promoveu melhor desempenho atingindo diâmetros maiores em menor intervalo de tempo para as diferentes lâminas de irrigação, contudo o desempenho não foi uniforme durante as avaliações, e para as lâminas de 50, 100 e 125% da ETC esse desempenho decaiu significativamente. Adubação orgânica com esterco de caprino foi o tratamento de maior uniformidade, comparado com a adubação orgânica com esterco de coelho.

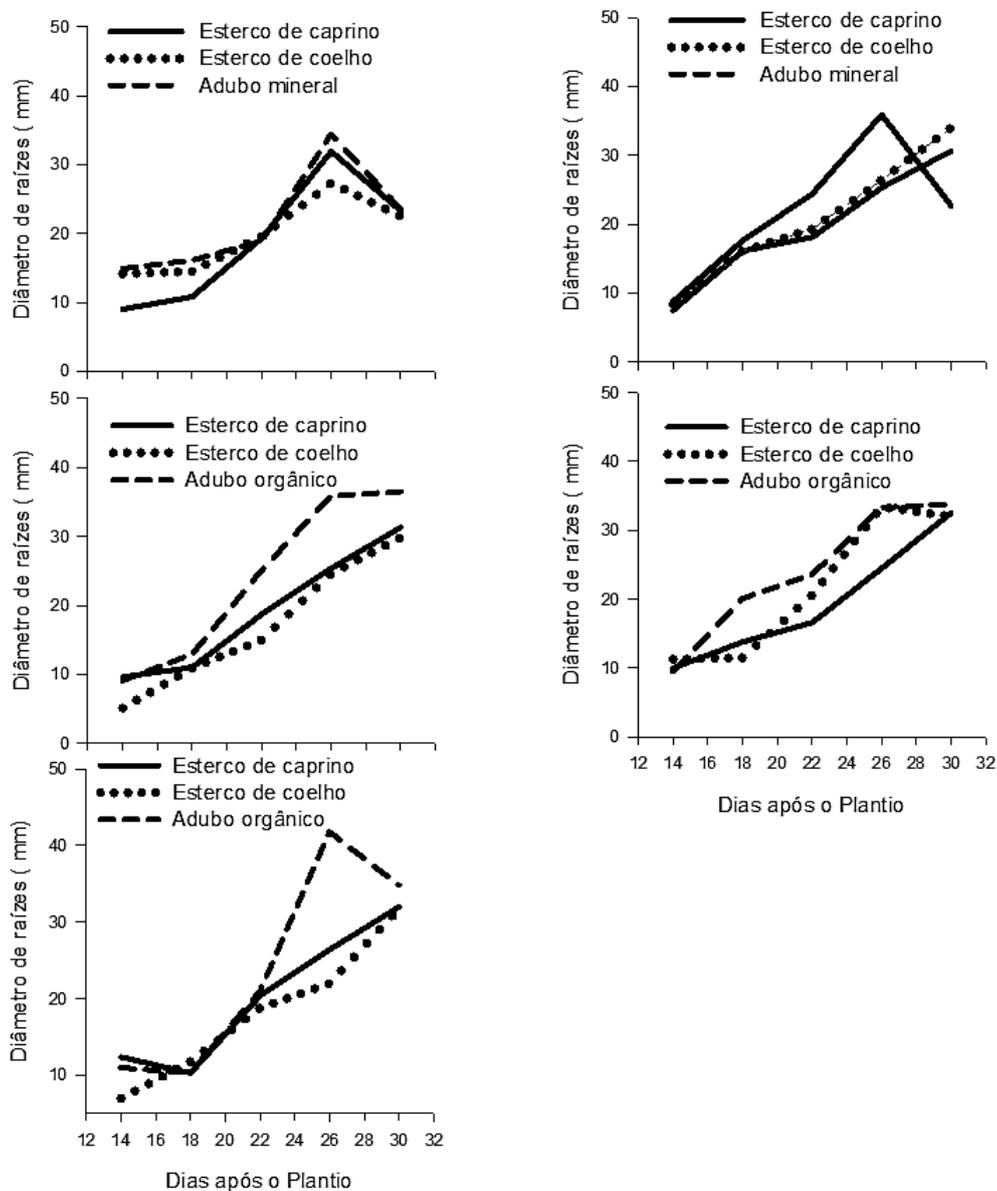


Figura 18. Diâmetro de raízes para cada lâmina de irrigação, durante o ciclo do rabanete.

A variável comprimento do sistema radicular também apresentou diferença significativa quanto ao tratamento de lâminas de irrigação, contudo durante o ciclo o comportamento foi extremamente dinâmico. Esse comportamento não permitiu que modelos matemáticos se ajustassem para identificar os pontos críticos.

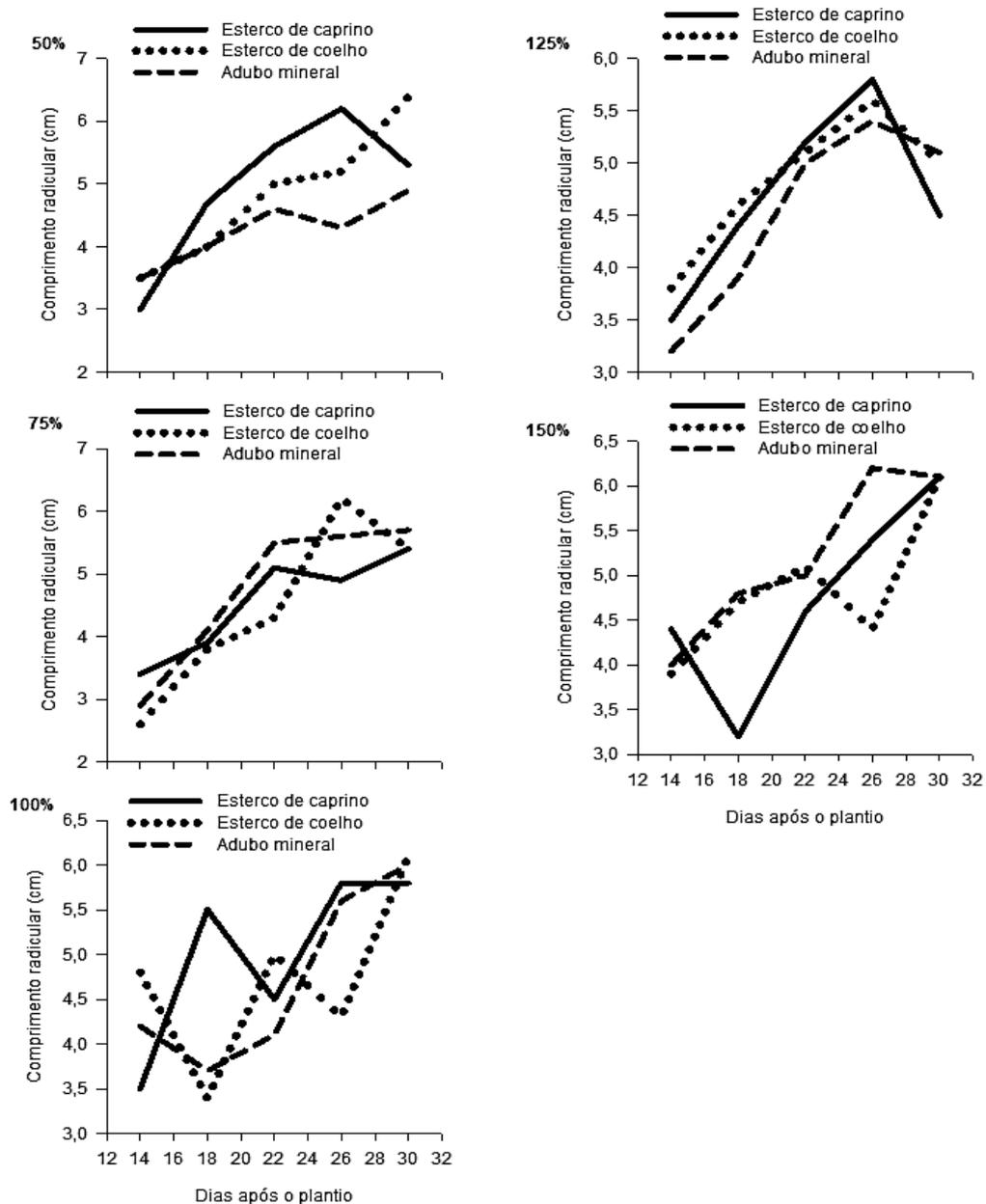


Figura 19. Comprimento do sistema radicular para cada lâmina de irrigação, durante o ciclo do rabanete.

No geral, as plantas apresentaram tendências anormais durante as avaliações, de modo que, independentemente dos tratamentos aplicados, não houve um crescimento uniforme durante o ciclo de cultivo do rabanete. Considerando a confiabilidade da eficiência do sistema de irrigação, e da qualidade dos materiais utilizados para o tratamento de adubação, supõe-se a variabilidade da qualidade genética das sementes utilizadas. Ainda que as sementes da cultivar escolhida fora produzida por importantes empresas do ramo, não é possível desconsiderar o efeito da variabilidade genética.

5.6 Eficiência do uso da água

O tratamento da aplicação de lâminas de irrigação foi significativo estatisticamente para a variável eficiência do uso da água para a produção de massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca total. Para todas as variáveis analisadas na eficiência do uso da água, obteve-se o comportamento matemático de regressão.

O decréscimo evidente nas três avaliações (Figura 20, 21 e 22) é resposta do aumento da retenção de água no solo, reduzindo a capacidade de respiração da planta.

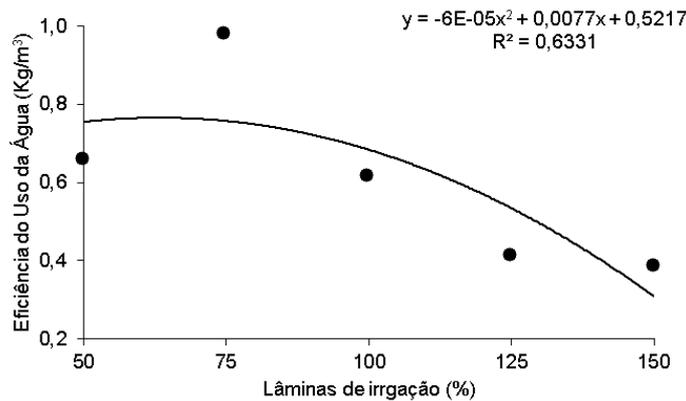


Figura 20. Comportamento da Eficiência do Uso da Água na produção de matéria seca da raiz.

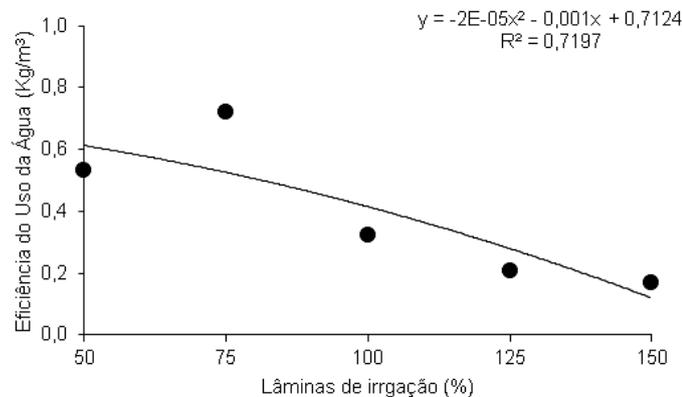


Figura 21. Comportamento da Eficiência do Uso da Água na produção de matéria seca da parte aérea.

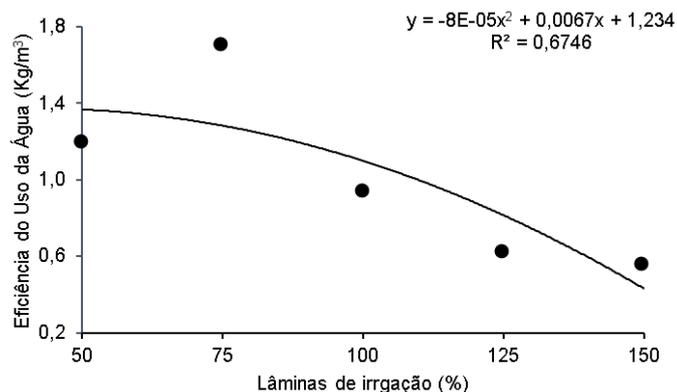


Figura 22. Comportamento da Eficiência do Uso da Água na produção de matéria seca total da planta.

As lâminas de irrigação aplicadas foram significativas estatisticamente para a variável eficiência do uso da água para a produção de massa verde da raiz e da massa verde total da planta. Para todas as variáveis analisadas na eficiência do uso da água, obteve-se um comportamento linear.

O decréscimo evidente na massa verde total (Figura 23) mostra que lâminas de menor valor possuem maior capacidade de aproveitamento de água na produção de matéria verde, de modo que para produzir 1 kg de matéria verde de planta (raiz mais parte aérea) com a lâmina de 50% da ETC, são necessários 39,34 litros de água. Por outro lado, para produzir 1 kg de massa verde de raiz, são necessários 62,27 litros de água.

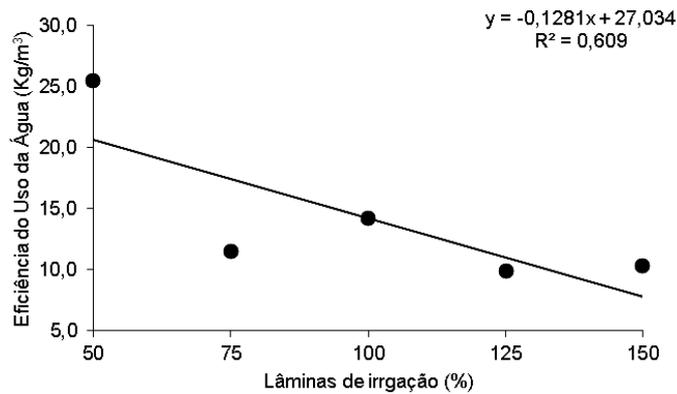


Figura 23. Comportamento da Eficiência do Uso da Água na produção da massa verde total da planta.

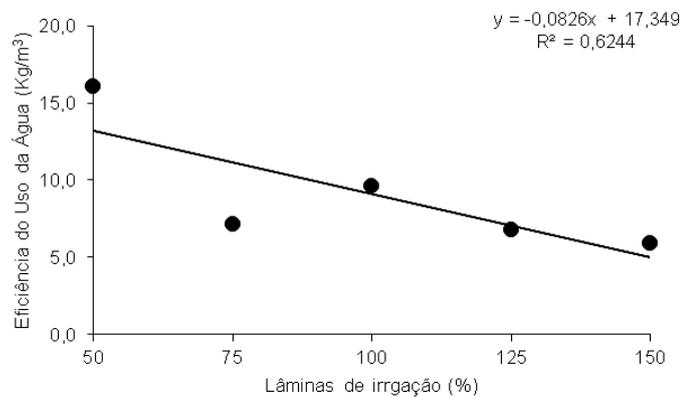


Figura 24. Comportamento da Eficiência do Uso da Água na massa verde da raiz.

6. CONCLUSÃO

A lâmina de irrigação de 113,2% da ETc proporcionou maior produtividade do rabanete.

A eficiência do uso da água é maximizada com as menores lâminas.

É viável a aplicação parcial ou total da adubação orgânica em substituição da adubação mineral, para a produção de rabanete.

7. REFERÊNCIAS

- ABCSEM (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS). Manual técnico: cultivo de hortaliças. 3.ed. Campinas, 2015. 100p.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, (FAO – IrrigationandDrainagePaper, 56), 300 p., 1998.
- BONFIM-SILVA, E.M.; CLÁUDIO, A.A.; RÊGO, V.M.; SILVÉRIO, A.T. Características produtiva do rabanete submetido a doses de cinza vegetal. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.21, p.421-432, 2015.
- BREGONCI, I. S.; ALMEIDA, G. D.; BRUM, V. J.; ZINI JÚNIOR, A.; REIS, E. F. Desenvolvimento do sistema radicular do rabanete em condição de estresse hídrico. *Ideias*, Arica, v. 26, n. 1, p. 33-38, 2008.
- CAETANO, A. de O.; DINIZ, R.L.C.; BENETT, C.G.S.; SALOMÃO, L.C. Efeito de fontes e doses de nitrogênio na cultura do rabanete. *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia-MS, v.2, n.4, p.55-59, 2015.
- CARDOSO, A.I.I.; HIRAKI, H. Avaliação de doses e épocas de aplicação de nitrato de cálcio em cobertura na cultura do rabanete. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.19, n.3, p.196-199, 2001.
- CARMICHAEL, P. C.; SHONGWE, V. D.; MASARIRAMBI, M. T.; MANYATSI, A. M. Effect of mulch and irrigation on growth, yield and quality of radish (*Raphanus sativus* L.) in a semi-arid sub-tropical environment. *Asian Journal of Agricultural Sciences*, Taiwan, v. 4, n. 3, p. 183-187, 2012.
- COSTA, C.C.; OLIVEIRA, C.D.; SILVA, C.J.; TIMOSSO, P.C.; LEITE, I.C. Crescimento, produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. *Horticultura Brasileira*, v.24, n.1, p.118-122, 2006.
- COSTA, M. H. Análise de dados de precipitação. Viçosa: AEAMG, 1994. 21 p.
- CUNHA, F. F.; CASTRO, M. A.; GODOY, A. R.; MAGALHÃES, F. F.; LEAL, A. J. F. Irrigação de cultivares de rabanete em diferentes épocas de cultivo no nordeste sul-mato-grossense. *Irriga*, v. 22, n. 3, p. 530-546, 2017.
- EVANS, J. St BT. Interpretação e viés de correspondência em uma tarefa de raciocínio. *Revista Trimestral de Psicologia Experimental*, v. 24, n. 2, p. 193-199, 1972.
- FARIA, L. M. V.; GOMES, M. B.; SILVA, T. R. Resposta morfológica do rabanete à
- FILGUEIRA, F.A.R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, MG: UFV, 2008. 421p.
- FURLANI, A.C.M.; FURLANI, P.R.; BATAGLIA, O.C.; HIROCE, R.; GALLO, J.R. Composição mineral de diversas hortaliças. *Bragantia*, Campinas, v.37, n.5, p.33-44, 1978.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Censo agropecuário 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6619#resultado>>. Acesso em: 14 ago. 2018.

INMET, In. Instituto nacional de meteorologia. 2008.

KLAR, A. E.; PUTTI, F. F.; GABRIEL FILHO, L. R. A.; SILVA JÚNIOR, J. F.; CREMASCO, C. P. The effects of different irrigation depths on radish crops. Irriga, Botucatu, Edição Especial, p. 150-159, 2015.

KOPPEN, William. 1931. Climatologia. México, Fundo de Cultura Econômica.

LACERDA, C. F. de.; NEVES, A. L. R.; GUIMARÃES, F. V. V.; SILVA, F. L. B. da.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H.R. Eficiência de utilização de água e nutrientes em plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. Engenharia Agrícola, v.29, p. 221-230, 2009.

LAMEPE/ITEP. Informações climáticas do Estado de Pernambuco. Disponível em: <http://www.itep.br/LAMEPE.asp>. Acesso em 18 de março de 2017.

LANNA, N. B. L. Doses de composto orgânico na produção de chicória e rabanete. 2014.

MAIA, P.M.E.de; AROUCHA, E.M.M.; SILVA, M. O. P.; SILVA, R. C. P.; OLIVEIRA, F. A. Desenvolvimento e qualidade do rabanete sob diferentes fontes de potássio. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.6, n.1, p.148-153, 2011.

MALAVOLTA, E. Manual de Química Agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo: Ceres, p.528, 1976.

MARQUELLI, W.A.; ABDALLA, R.P.; MADEIRA, N.R.; OLIVEIRA, A.S.; SOUZA, R.F. Eficiência do uso da água e produção de repolho sobre diferentes quantidades de palhada em plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.45, p.369-375, 2010.

MATOS, R.M.; SILVA, P.F.; LIMA, S.C. et al. Partição de assimilados em plantas de rabanete em função da qualidade da água de irrigação. Journal of Agronomic Sciences, v.4, n.1, p.151-164, 2015.

MERRIAM, John L. Et al. Farm irrigation system evaluation: A guide for management. Farm irrigation system evaluation: a guide for management., 1978.

MIRANDA, D.A.; YOGUI, G.T. Determinação gravimétrica de peso seco em amostras de sedimento e tecido biológico. Procedimento Operacional Padrão OrganoMAR-2012-02, Revisão nº 1. Laboratório de Compostos Orgânicos em Ecossistemas Costeiros e Marinheiros, Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. 2012.7p.

OLIVEIRA, A.P.G.; GANDINE, S.M.S.; SABINO, S.M. et al. Potencialidade do uso de substrato organomineral no desenvolvimento de rabanete. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v.11, n.22, p.173, 2015.

OLIVEIRA, F.R.A. Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v.41, n.4, p.519-526, 2010.

PEIXOTO, R. T. dos G. Composto orgânico: aplicações, benefícios e restrições de uso. Horticultura Brasileira, Brasília, v.18, p.56-64, jul 2000.

PEREIRA, A. J.; BLANK, A. F.; SOUZA, R. J. D.; OLIVEIRA, P. M. D.; LIMA, L. A. Efeitos dos níveis de reposição e frequência de irrigação sobre a produção e qualidade do rabanete. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 117-120, 1999.

PINHEIRO, R.R. et al. Emergência do rabanete em diferentes substratos. In: Seminário Interinstitucional de ensino, pesquisa e extensão, 2012. Cruz Alta-RS: XVII SIEPE, 2012.

PULITI, J.P.M.; REIS, H.B.; PAULINO, H.D.M. et al. Comportamento da cultura do rabanete em função de fontes e doses de cálcio. Horticultura Brasileira, Brasília, v.27, p.3003-3008, 2009.

SLOMP, J. J.; LEITE, J. A. O.; TRENTIN, A.; LEDESMA, G. S.; CECCHIN, D. Efeito de diferentes níveis de irrigação baseados em frações do tanque classe "A" sobre a produção de rabanete (*Raphanus sativus* L.) variedade "Crimson Giant". Revista Perspectiva, Erechim, v. 35, n. 131, p. 99-107, 2011.

SOUZA, E. J.; CUNHA, F. F.; MAGALHÃES, F. F.; SILVA, T. R.; BORGES, M. C. R. Z.; ROQUE C. G. Métodos para estimativa da umidade do solo na capacidade de campo. Revista de Ciências Agroambientais, Alta Floresta, v. 11, n. 1, p. 43-50, 2013.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. Manual de Horticultura Orgânica. Viçosa, MG: Editora Aprenda Fácil, 2003.564 p.

STEINER, F.; PINTO JUNIOR, A.S.; ZOZ, T.; GUIMARÃES, V.F.; DRANSKI, J.A.L.; RHEINHEIMER, A.R. Germinação de sementes de rabanete sob temperaturas adversas. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.4, n.4, p.430-434, 2009.

VILLAS BÔAS, R.L. et al. Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido. Horticultura Brasileira, Brasília, v.22, n. 1, p.28-34, jan - mar. 2004.

WEINÄRTNER, M. A; ALDRIGHI, C. F. S; MEDEIROS, C. A. B. Adubação Orgânica. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006.