



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

LUANA SOARES DA SILVA

**MANEJO DA IRRIGAÇÃO COM COMBINAÇÕES DE ADUBOS QUÍMICOS E
ORGÂNICOS NA CULTURA DO RABANETE NO LITORAL NORDESTINO**

FORTALEZA

2017

LUANA SOARES DA SILVA

MANEJO DA IRRIGAÇÃO COM COMBINAÇÕES DE ADUBOS QUÍMICOS E
ORGÂNICOS NA CULTURA DO RABANETE NO LITORAL NORDESTINO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Orientador: Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo.

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S581m Silva, Luana Soares da.
Manejo da irrigação com combinações de adubos químicos e orgânicos na cultura do rabanete no litoral nordestino / Luana Soares da Silva. – 2017.
52 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo .

1. Raphanus Sativus L. 2. Adubação orgânica. 3. Adubação mineral. I. Título.

CDD 630

LUANA SOARES DA SILVA

MANEJO DA IRRIGAÇÃO COM COMBINAÇÕES DE ADUBOS QUÍMICOS E
ORGÂNICOS NA CULTURA DO RABANETE NO LITORAL NORDESTINO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Aprovada em: 03/11/2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profª. Dra. Lilian Cristina Castro de Carvalho (Conselheira)
Instituto Federal do Ceará (IFCE - Campus Sobral)

Profª. Dra. Denise Vieira Vasconcelos (Conselheira)
Instituto Federal do Pará (IFPA - Campus Bragança)

Prof. Dr. José Aglodualdo Holanda Cavalcante Júnior (Conselheiro)
Instituto Federal do Ceará (IFCE - Campus Crateús)

À Deus.

À minha mãe que me carregou na barriga, e me deu a vida; à minha avó que sempre esteve ao meu lado me apoiando e incentivando; às minhas tias que ajudaram a criar-me.

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente acima de tudo.

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001."

Ao Programa de Pós- Graduação em Engenharia Agrícola da UFC.

Ao Prof. Benito pela orientação e ensinamentos.

Aos participantes da banca examinadora: Professoras Denise Vieira, Lilian Carvalho e ao Professor Aglodualdo Júnior pela amizade e o tempo disponibilizado para as valiosas colaborações e sugestões.

Aos professores que de alguma forma contribuíram para minha formação: Geocleber, Thales Viana, Nonato, Claudivam pelo tempo concedido e pelos ensinamentos nas disciplinas.

Aos colegas da turma de pós-graduação (Valsérgio, Mayara, Paulo Gleisson, Laís, Alfredo, Patrícia, Aureliano, Emanuele, Leonaria, Arlene e Thiago Aragão) pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

Aos colegas da Estação Agrometeorológica, que de alguma forma me ajudaram a crescer como pessoa: Davi, Guilherme, Denise, Chris, Keivia, Abelardo, Suane, Gigi, Emanuela, João, Alfredo, Rômulo, Seabra e Fábio.

Aos funcionários da Estação Agrometeorológica Dona Marilac, Carlos, Crisóstomo, Ricardo, Weverton que sempre se disponibilizaram a ajudar-me.

Aos meus amigos Batista, Janiquelle, Edvânea, Germano, Liliana e Midian que sempre torceram por mim.

Ao meu namorado Bruno Cordeiro de Almeida que sempre me apoiou e esteve ao meu lado com muita paciência e disposição para ajudar-me e torcer por mim.

A minha avó Terezinha Soares que sempre acreditou e rezou para que eu não desistisse no meio do caminho, à minha mãe Regina Soares e a toda minha família, meus tios e tias Socorro, Marta, Cleide, Ana, Erineide, Assis e José Ivan, aos meus primos Marcelo, Maurinho, Thiago, João Vitor (*em memória*), Taynar, Amanda, Taylândia, Camila e Lucas.

A todos, MUITO OBRIGADA!

“A ciência moderna impõe a via experimental como único caminho e nega outras práticas de diálogo com a natureza”.

Freitas. J. S. B

RESUMO

Objetivou-se avaliar, em dois experimentos, a relação entre lâminas de irrigação e tipos de adubos, para definir um manejo de irrigação otimizado e verificar a viabilidade e aproveitamento de resíduos orgânicos na produção de rabanete. Os experimentos foram conduzidos na área experimental da Estação Agrometeorológica da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas 5 x 5, com quatro repetições e três plantas por vaso. No primeiro experimento, em campo, os tratamentos primários foram cinco lâminas de irrigação (30%; 60%; 90%; 120% e 150% da evapotranspiração de referência estimada pelo método do tanque Classe “A”), e os tratamentos secundários foram uma testemunha e quatro tipos de adubações (adubo mineral; biofertilizante; adubo mineral + biofertilizante e biofertilizante + cinza vegetal). No segundo experimento, em ambiente protegido, os tratamentos primários foram cinco lâminas de irrigação (30%; 60%; 90%; 120% e 150% da evapotranspiração de referência estimada pelo método do tanque Classe “A”), e os tratamentos secundários foram uma testemunha e quatro tipos de adubações (adubo mineral, adubo mineral + cinza vegetal; cinza vegetal e biofertilizante + cinza vegetal). Foram analisadas as seguintes variáveis respostas: massa fresca do tubérculo; massa seca do tubérculo; comprimento do tubérculo; diâmetro do tubérculo; massa fresca da parte aérea; massa seca da parte aérea; área foliar e produtividade. No primeiro experimento, todas as variáveis respostas foram influenciadas significativamente pelo fator adubo. No segundo experimento, com exceção do diâmetro do tubérculo, que foi influenciado pela interação entre lâmina de irrigação e adubo, as demais variáveis respostas foram influenciadas significativamente pelo fator adubo. No primeiro experimento, o melhor adubo para a maioria das variáveis respostas é a combinação de biofertilizante + adubo mineral. No segundo experimento, os melhores adubos para a maioria das variáveis respostas são a combinação de cinza + adubo mineral e o adubo mineral.

Palavras-chave: *Raphanus Sativus* L. Adubação orgânica. Adubação mineral.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the relationship between irrigation sludge and fertilizer types in two experiments to define an optimized irrigation management and to verify the viability and use of organic residues in radish production. The experiments were conducted in the experimental area of the Agrometeorological Station of the Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brazil. The experimental design was a randomized block design, in 5 x 5 subdivided plots, with four replications and three plants per pot. In the first field experiment, the primary treatments were five irrigation slides (30%, 60%, 90%, 120%, and 150% of the reference evapotranspiration estimated by the Class "A" tank method), and the secondary treatments were one (fertilizer, biofertilizer, mineral fertilizer + biofertilizer, and biofertilizer + vegetable ash). In the second experiment, in the protected environment, the primary treatments were five irrigation slides (30%, 60%, 90%, 120% and 150% of the reference evapotranspiration estimated by the Class A tank method), and the secondary treatments were a witness and four types of fertilizers (control, mineral fertilizer, mineral fertilizer + vegetable ash, vegetable ash, and biofertilizer + vegetable ash). The following responses were analyzed: fresh tuber mass; dry mass of tuber; tuber length; tuber diameter; fresh shoot mass; dry shoot mass; leaf area; and productivity. In the first experiment, all the response variables were significantly influenced only by the fertilizer factor. In the second experiment, except for the tuber diameter, which was influenced by the interaction between the irrigation blade and the fertilizer, the other response variables were also significantly influenced only by the fertilizer factor. In the first experiment, the best fertilizer for most response variables is the combination of biofertilizer + mineral fertilizer. In the second experiment, the best fertilizers for most variables are the combination of biofertilizer + mineral fertilizer and mineral fertilizer.

Keywords: *Raphanus Sativus* L. Organic fertilization. Mineral fertilization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Vista aérea da Estação Agrometeorológica, com destaque da área destinada aos experimentos, Fortaleza, Ceará, 2016.....	27
Figura 2 – Planta de Rabanete cultivar Cometa.....	29
Figura 3 – Sistema de irrigação do tipo localizada com gotejadores de 4 L h ⁻¹	29
Figura 4 – Plantas de rabanete após o segundo desbaste.....	30
Figura 5 – Croqui do experimento com Rabanete.....	31
Figura 6 – Rabanete separado por tratamentos após a colheita.....	35
Figura 7 – Avaliação do comprimento do tubérculo e análise da área foliar.....	36
Figura 8 – Diâmetro do tubérculo (DT) da cultura do rabanete, em função da lâmina de irrigação dentro dos tratamentos testemunha (A) e cinza (B).....	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivos	15
<i>1.1.1</i>	<i>Objetivo geral.....</i>	<i>15</i>
<i>1.1.2</i>	<i>Objetivos específicos</i>	<i>15</i>
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	Características agronômicas da cultura do rabanete	16
2.2	Manejo da irrigação.....	17
<i>2.2.1</i>	<i>Lâmina de irrigação.....</i>	<i>19</i>
2.3	Manejo da adubação.....	20
<i>2.3.1</i>	<i>Adubação química (NPK e Boro).....</i>	<i>21</i>
<i>2.3.2</i>	<i>Adubação com biofertilizante e cinza vegetal.....</i>	<i>24</i>
3	METODOLOGIA.....	27
3.1	Localização	27
3.2	Clima	27
3.3	Solo	28
3.4	Cultura	28
3.5	Sistema de irrigação.....	29
3.6	Preparo dos vasos e plantio.....	30
3.7	Delineamento experimental	30
3.8	Experimentos	31
<i>3.8.1</i>	<i>Experimento 01: Lâminas de irrigação e combinações de adubos químicos com biofertilizante bovino na cultura do rabanete</i>	<i>31</i>
<i>3.8.2</i>	<i>Experimento 02: Lâminas de irrigação e combinações de adubos químicos com cinza vegetal na cultura do rabanete</i>	<i>32</i>
3.9	Manejo da irrigação.....	33
3.10	Manejo da adubação.....	34
3.11	Tratos culturais e colheita.....	35
3.12	Variáveis respostas	36
3.13	Análise estatística	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1	Experimento 01: Lâminas de irrigação e combinações de adubos químicos com	

	biofertilizante bovino na cultura do rabanete.....	38
4.2	Experimento 02: Lâminas de irrigação e combinações de adubos com a cinza vegetal na cultura do rabanete em ambiente protegido.....	42
5	CONCLUSÃO.....	48
	REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

A cultura do rabanete é uma cultura da família *brassicaceae*, originária da região do Mediterrâneo. Ela é uma hortaliça de ciclo curto e bastante rentável para o produtor, sendo produzida normalmente nos intervalos dos ciclos de outras culturas. A cultura do rabanete possui potencial para o crescimento da produção em todo o Brasil, pois se adapta às diferentes condições climáticas aqui existentes, no entanto, a produção está localizada principalmente nas regiões Sul e Sudeste, em pequenas propriedades nos cinturões verdes das cidades metropolitanas.

A produção de rabanete com fontes alternativas de adubos vem sendo cada vez mais utilizados por agricultores, no entanto as quantidades utilizadas são de forma mais empírica, sendo que colocar adubos orgânicos ou químicos em excesso pode prejudicar a cultura podendo levar até a senescência e morte da planta.

O rabanete está sendo cada vez mais consumido, por ser rico em: fibras, vitamina C, vitamina A e minerais como fósforo e potássio. Em outras regiões do mundo, como na Europa e na Ásia, essa cultura já é bastante conhecida e valorizada. Ela é uma olerícola que pode ser consumida tanto crua em saladas como, também, cozida, e geralmente é utilizado o seu tubérculo de cor vermelha que se torna bem apetitoso ao paladar dos consumidores. É uma planta pouco produzida no Brasil em relação a outros países, e que precisa ser mais divulgada nos centros comerciais para aumentar o seu consumo. O rabanete é uma planta rústica e está começando a ser pesquisado no Nordeste brasileiro, se comparado com outras olerícolas, como o tomate.

Hoje, o mercado consumidor exige uma produção mais consciente, e os consumidores cada vez mais estão preocupados com a questão ambiental e a forma de produção dos alimentos. Devido às exigências dos consumidores, é necessário fazer pesquisas visando o manejo da água e a reutilização de resíduos que possuem potencial de uso agrícola e que seriam dispensados no meio ambiente, ou seja, de fontes renováveis.

Uma questão muito importante na agricultura é o uso da água. A irrigação utiliza cerca de 70% de água no Brasil, e a falta de água, o uso inadequado a água e falta de orientação, principalmente na Região Nordeste, causam muitos prejuízos aos agricultores. Dessa forma, é necessário fazer pesquisas para viabilizar para o agricultor um manejo da irrigação para que não ocorra excesso ou déficit de água nas plantas de rabanete.

O manejo da irrigação adequado é muito importante para que o agricultor não tenha prejuízo com sua produção, pois a quantidade correta de água e o momento exato para a

irrigação são pontos importantes que devem ser levados em conta no manejo da irrigação além de ter uma economia de água e energia um manejo adequado também tem consequência no bom desempenho em produtividade e qualidade da cultura.

Os biofertilizantes já vêm sendo utilizados como fonte de nutrientes para as plantas, no entanto, isso acontece principalmente nas fazendas orgânicas. As combinações de adubos orgânicos e químicos devem ser mais pesquisadas para estimular mais o uso em fazendas convencionais. Essa prática poderia contribuir com a diminuição dos custos de produção e com o aumento da produtividade, além de contribuir positivamente com a conservação ambiental.

A cinza é uma fonte de nutrientes que serve como adubo para as plantas, mas que não é valorizada por não ter tantas pesquisas e por ser pouco conhecida pelos produtores. Nesse contexto, é importante o estudo para saber as quantidades corretas que devem ser aplicadas em cada tipo de planta.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar, em dois experimentos, a relação entre lâminas de irrigação e adubos para definir um manejo de irrigação específico e verificar a viabilidade de aproveitamento de resíduos orgânicos que maximize a produção do rabanete sobre as condições edafoclimáticas do litoral cearense.

1.1.2 Objetivos específicos

1. Estimar a lâmina de irrigação ideal para o cultivo do rabanete.
2. Avaliar o efeito da lâmina sobre a produção de biomassa e da produtividade da cultura do rabanete, de acordo os diferentes adubos e suas combinações.
3. Identificar o melhor adubo ou a melhor combinação de adubos para as variáveis produtivas do rabanete.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características agronômicas da cultura do rabanete

O rabanete (*Raphanus Sativus* L.) tem sua origem na região mediterrânea, é uma olerícola pertencente à família das Brassicaceae (RODRIGUES *et al.*, 2013), de porte reduzido e raízes globulares, de coloração escarlate-brilhante e polpa branca (LINHARES *et al.*, 2010). As hortaliças apresentam, em geral, na sua composição elevados teores de vitaminas e sais minerais que são muito importantes para a saúde humana (CORTEZ, 2009).

A cultura do rabanete contém propriedades medicinais, como expectorante natural, estimulante do sistema digestivo e vitaminas A, C, B1, B2, B6, ácido fólico, potássio, cálcio, fósforo e enxofre, elevadas quantidades de fibras alimentares, atividade antioxidante e baixa quantidade de calorias (CAMARGO *et al.*, 2007; RODRIGUES *et al.*, 2013). Essa hortaliça tem um ciclo curto, tornando-se uma boa opção para ser cultivada, e seu retorno econômico tem um curtíssimo prazo (BRUM *et al.*, 2006).

O rabanete adapta-se bem aos solos leves com faixa de pH entre 5,5 a 6,8, sendo uma olerícola intolerante ao transplântio. As sementes são plantadas, para posterior desbaste, geralmente quando a planta tem cerca de cinco centímetros de altura, deixando somente as plantas mais vigorosas (FILGUEIRA, 2008). A cultura do rabanete se desenvolve melhor em temperaturas médias, em torno de 18 a 22 °C, as folhas apresentam pêlos, pecíolo longo e limbo oval alongado, e o sistema radicular é pivotante (FILGUEIRA, 2012).

Durante o ciclo, as plantas de rabanete devem estar com teor de água no solo bem próximo à capacidade de campo, pois o aumento ou diminuição da umidade no solo pode causar frutos rachados, tornando-os inviáveis para o mercado consumidor. Outra forma de evitar as rachaduras e a isoporização, que tornam os frutos esponjosos e insípidos, é a colheita antecipada do fruto, antes de atingir a maturação necessária e o seu tamanho máximo (AZEVEDO, 2008).

De acordo com Leite (1976), as alterações nas mudanças de temperatura e umidade do solo durante o ciclo das plantas de rabanete pode prejudicar tanto a sua produtividade como a qualidade das raízes.

Normalmente, as hortaliças podem ser definidas por fases fenológicas diferentes durante o seu ciclo. Segundo Marouelli *et al.* (2008), a cultura do rabanete possui seguintes fases: i) Fase 1 (inicial) - do plantio até a emergência das plântulas; ii) Fase 2 (vegetativa) - do

final da fase 1 até 80 % do máximo desenvolvimento vegetativo (plena floração); iii) Fase 3 (produção) - do final da fase 2 até o início da maturação ou da pré-colheita; iv) Fase 4 (pré-colheita; maturação) - do final da fase 3 até a colheita.

A colheita do rabanete é feita com 25 a 30 dias após a semeadura direta, podendo ser prorrogado por até 10 dias, dependendo da cultivar e de fatores ambientais da região de cultivo. A expectativa da produtividade para todas as regiões é em torno de 30 a 40 t ha⁻¹ (FILGUEIRA, 1982).

Segundo Costa (2015), as cultivares de rabanete mais utilizadas na horticultura brasileira são: Early Scarlet Globe, Zapp, Sparkler, Cometa, Branco Comprido, Vermelho Comprido, Crimson, Crimson Gigante, Saxa, Red Castle, Gigante Siculo. Essas cultivares são as mais utilizadas, por serem tolerantes a temperaturas altas, resistentes a rachaduras e a isoporização (PEDÓ *et al.* 2014; SUGASTI; JUNQUEIRA; SABOYA, 2013).

As pragas mais encontradas no rabanete são as lagartas e os pulgões (FILGUEIRA, 2012), podendo ser a consequência de algum tipo de estresse na planta. Essas pragas podem ser controladas por práticas culturais e pela ação de inimigos naturais, neste caso, controlados por parasitóides e predadores (COSTA, 2015). Existe o controle químico que pode-se utilizar os agrotóxicos.

2.2 Manejo da irrigação

A irrigação no Brasil está cada vez mais se expandindo, sendo que, nos últimos anos, cresceu continuamente a taxas superiores ao crescimento da área total plantada. Os métodos de irrigação que vêm ganhando destaque são: localizado (gotejamento e microaspersão) e pivô central. Os investimentos na irrigação geram aumentos tanto na produtividade como nos ganhos da produção agrícola, diminuindo a necessidade de expansão de terras agrícolas que são utilizadas para outros fins, como pastagens ou matas nativas (ANA, 2016).

A região Nordeste, que possui grande parte localizada no semiárido brasileiro, é caracterizada por ter baixos índices de precipitação e irregularidade no regime pluviométrico, isso, aliado a características hidrogeológicas, colabora para os baixos valores na disponibilidade hídrica. A região semiárida, além das baixas precipitações (inferiores a 900 mm ano⁻¹), apresenta também altas temperaturas durante todo o ano, baixas amplitudes térmicas, intensa insolação e altas taxas de evapotranspiração (ANA, 2016). Devido a esses

fatores, é necessária a utilização de irrigação para o crescimento e desenvolvimento das plantas (CAVALCANTI *et al.*, 2015).

Para um manejo adequado da irrigação, devem-se considerar aspectos sociais e ecológicos da região, procurando sempre aumentar a produtividade e a eficiência do uso da água, além de buscar constantemente baixar os custos (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006). Utilizando boas práticas de manejo, tanto do solo quanto da água, os irrigantes conseguem uma eficiência hídrica maior que 90% (ANA, 2016).

Costa (2015) afirma que conhecer as quantidades corretas de água para as culturas é de grande importância para a produção agrícola. Segundo Fernandes *et al.* (2014), a água é um dos fatores mais limitantes para as culturas, sendo que é necessário adotar diferentes estratégias de manejo para o uso eficiente da água na agricultura. Uma das estratégias de manejo, de acordo com Mesquita *et al.* (2013), envolve quantificar a água que deverá ser utilizada pelas plantas de acordo com suas necessidades, que pode ser calculada a partir da evapotranspiração ou tensão da água no solo.

Um dos métodos mais utilizados para estimar a evapotranspiração das plantas é o do Tanque Classe “A”, que é influenciado por diversos fatores climáticos, como o efeito da radiação solar, vento, umidade relativa em uma superfície livre de água, visto que as plantas também estão expostas as essas variáveis climáticas (DOORENBOS; PRUITT, 1997; KLAR, 1991; SLOMP *et al.*, 2011).

O método do Tanque Classe “A” é indireto e empírico, sendo bastante utilizado por ter um custo baixo e ser de fácil manejo. Esse evaporímetro é constituído de um tanque circular de aço inoxidável ou galvanizado, chapa nº 22, com 121 cm de diâmetro interno e 22,5 cm de profundidade. Deve ser instalado sobre um estrado de madeira, de 15 cm de altura, o nível da água deve permanecer entre 2,5 e 7,5 cm da borda superior. A evaporação é medida com um micrômetro de gancho com auxílio de um poço tranquilizador colocado dentro do tanque (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).

Devido ao clima semiárido, é necessária a utilização de irrigação para o crescimento e desenvolvimento das plantas (CAVALCANTI *et al.*, 2015). Um dos sistemas de irrigação que cada vez mais vem sendo utilizado na região semiárida é o gotejamento, devido às diversas vantagens que apresenta em relação a outros sistemas.

A irrigação por gotejamento proporciona economia de água; favorece o crescimento e a produção das plantas; reduz os riscos da salinização; facilita a aplicação de fertilizantes, através da fertirrigação; proporciona o menor desenvolvimento de ervas daninhas e doenças fúngicas; reduz a exigência de mão-de-obra para operação do sistema e o consumo

de energia; além de facilitar as práticas culturais (PENTEADO, 2010). As limitações desse sistema são: obstrução de emissores; inadequado desenvolvimento radicular e movimento da água no solo; problemas com animais roedores; alto custo dos equipamentos; e água de má qualidade que pode prejudicar a eficiência de irrigação (PENTEADO, 2010).

2.2.1 Lâmina de irrigação

Nas regiões de baixa disponibilidade hídrica é necessário que se utilize uma estratégia de irrigação para evitar o desperdício de água (COSTA, 2015).

A produção de rabanete, normalmente, é realizada com irrigação no estado do Ceará. Por falta de assistência técnica, a irrigação, muitas vezes, é feita aplicando água em excesso com o objetivo de aumentar sua oferta hídrica à cultura e a produtividade das plantas. No entanto, o efeito pode ser negativo à produção, pois a água em excesso aumenta o custo de produção, leva os nutrientes para fora da zona radicular das plantas e aumenta a probabilidade de ocorrer doenças nas plantas.

O déficit da lâmina de irrigação também pode causar prejuízos à cultura, já que a planta absorve os nutrientes através da solução do solo (água e nutrientes), e o déficit hídrico afeta seu estado nutricional, aumenta a possibilidade de salinizar o solo, diminui a fotossíntese, o volume celular e a turgidez das plantas, podendo chegar a senescência (BOMFIM *et al.*, 2009). São necessários mais estudos com irrigação na cultura do rabanete que mostrem sua total potencialidade e avalie com um maior controle a quantidade de água a ser aplicada nos momentos críticos da irrigação (SOUSA *et al.*, 2010).

O sistema de irrigação por gotejamento é um sistema em que é possível aumentar o rendimento da cultura por meio da redução da quantidade de água aplicada. Ademais, pode-se diminuir o ataque de pragas e doenças e permitir o uso da fertirrigação e automação. O manejo neste tipo de sistema pode ser feito em diferentes tipos de solos e topografias (CRISÓSTOMO *et al.*, 2002).

Costa (2014), estudando a cultura do quiabo com diferentes lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 125% da evaporação de água no tanque Classe “A”, E_{TCA}) obteve o maior diâmetro do fruto (16,58 mm) com a lâmina de irrigação correspondente a 100% da E_{TCA} , se adequando a resposta polinomial quadrática crescendo até uma lâmina de 100% e a partir desse ponto houve um decréscimo do diâmetro com o aumento da lâmina de água.

Azevedo *et al.* (2011) realizaram um estudo com diferentes lâminas de irrigação na cultura do feijão vigna, observando que tanto o déficit quanto o excesso hídrico proporcionaram uma menor produção de grãos durante o ciclo da cultura, e que o peso médio das vagens secas foi de 2,86 g, sendo o maior valor obtido (3,13 g) com a lâmina de irrigação de 766,41 mm no ciclo da cultura, que correspondeu ao tratamento 125% da E_{TCA} . Já, o menor peso de vagem seca foi de 2,71 g, para a lâmina de 902,03 mm em todo o ciclo do feijão (150% E_{TCA}).

Pereira *et al.* (1999), trabalhando com diferentes lâminas de irrigação (níveis da reposição da capacidade de campo de 100%, 80% e 60%), concluíram que as melhores produções do rabanete ocorreram nos maiores níveis de reposição. Segundo Costa (2015), estudando diferentes lâminas de irrigação (50%; 75%; 100%; 125% da E_{Tc}), a interação entre a lâmina de irrigação e a adubação nitrogenada influenciou positivamente a massa fresca da parte aérea, a massa fresca da raiz e a produtividade do rabanete, enquanto o aumento do estresse hídrico e a diminuição da quantidade de nitrogênio aplicada proporcionou a redução nessas variáveis.

De acordo com Brum *et al.* (2006), trabalhando com estresse hídrico do rabanete em diversas fases fenológicas, observaram que o estresse hídrico influenciou negativamente o crescimento, o desenvolvimento e a produção do rabanete. Segundo os autores, a água útil do solo deve ser mantida próxima a 100% de disponibilidade para proporcionar crescimento, desenvolvimento e produção normais do rabanete. Larcher (2000) afirma que mesmo em condição de estresse temporário, a viabilidade fica cada vez menor com a duração do estresse da planta. Esses trabalhos demonstram a importância da aplicação correta da lâmina de irrigação, tanto para cultura do rabanete como para outras culturas.

2.3 Manejo da adubação

As hortaliças, assim como as outras plantas, necessitam dos nutrientes para desenvolver-se; elas absorvem os nutrientes através das raízes (MARTINS, 2001). Para que as hortaliças se desenvolvam é necessário: local favorável à fixação de suas raízes, temperatura adequada, luz solar, água e quantidade suficiente de nutrientes.

As hortaliças absorvem uma maior quantidade de macro e micronutrientes por hectare em um curto período de tempo, em relação às grandes culturas (MARTINS, 2001). Isso mostra como é de essencial importância ficar bastante atento ao manejo nutricional das olerícolas.

A instabilidade nutricional, por falta ou excesso de nutrientes, influencia diretamente na produção e na qualidade final do produto (ARAÚJO et al., 2014).

Desequilíbrios nutricionais nas plantas podem levar a estresses metabólicos no seu desenvolvimento (BATAGLIA, 2004).

A adubação é a prática de manejo mais utilizada para aumentar a produtividade e a rentabilidade das culturas. Ela consiste em colocar os nutrientes que a planta necessita e que não tenham em quantidades suficientes no solo. Isso é muito importante para o crescimento das plantas e para repor os nutrientes retirados do solo em colheitas anteriores. Essa prática se inicia com coletas de amostra do solo para análise, em seguida, é feita a adubação, de acordo com a recomendação para a cultura (MALAVOLTA; PIMENTEL-GOMES; ALCARDE, 2002).

A produção vegetal intensiva requer sempre a reposição dos nutrientes no solo, no entanto, a aplicação de adubos químicos e agrotóxicos sem um adequado controle, pode prejudicar o ecossistema local e a diminuição da qualidade dos produtos fornecidos pelas plantas, e até causar risco à saúde de quem consumir o produto (COSTA, 2015). Então, uma adequada adubação e correto manejo das plantas, além fornecer nutrientes para tornar um solo produtivo, mantém as plantas fortes para uma boa produção (FERNANDES, 2015).

2.3.1 Adubação química (NPK e Boro)

Os adubos químicos são os mais utilizados e solúveis para as plantas, suas fórmulas têm mais de um nutriente, são de liberação rápida, fabricados em escala industrial a partir de moléculas extraídas do petróleo, recurso não renovável (MARTINS, 2001). Os adubos nitrogenados mais utilizados no Brasil são a uréia ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) e o sulfato de amônio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), que contém, respectivamente, 45 e 21% de nitrogênio em sua composição (AQUINO *et al.*, 1993).

A adubação nitrogenada é de grande importância para as hortaliças. De acordo com Fernandes (2015), o nitrogênio é essencial à vida de qualquer vegetal, pois participa da constituição da estrutura do protoplasma da célula, da clorofila, dos aminoácidos, das proteínas e de várias vitaminas, influenciando as reações metabólicas das plantas e proporcionando um aumento no desenvolvimento vegetativo e no rendimento da cultura. Tanto o déficit quanto o excesso tem efeito na parte aérea e na produtividade (FILGUEIRA, 2012).

As principais formas de absorção do nitrogênio pelas plantas são NO^{3-} (nitrato) e NH^4 (amônia). Sendo o nitrogênio um dos elementos que a planta requer em maior quantidade, sua deficiência inibe rapidamente o crescimento vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2009).

A deficiência do nitrogênio nas plantas se caracteriza pelo: amarelamento das folhas mais velhas por falta da clorofila; pequeno ângulo de inserção entre folhas e ramos; maturidade e senescência abreviada; queda prematura de folha; diminuição de flores e dormência de gemas laterais; produção reduzida; cloroplastos pequenos; baixo conteúdo de clorofila e proteína; altos teores de açúcares e aumento da pressão osmótica (PRADO, 2008).

Os principais aspectos do excesso do nitrogênio absorvido e metabolizado são: desvio de carboidratos para proteínas; coloração verde-escura; folhagem abundante; acamamento; atraso na maturação; sistema radicular pouco desenvolvido; baixo transporte de açúcares para raízes e tubérculos e aumento da suculência dos tecidos. O excesso de nitrato nas hortaliças pode causar toxicidade nos seres humanos, e em animais com o uso de forrageiras (PRADO, 2008).

Outro nutriente essencial para as plantas é o fósforo, sendo um dos elementos mais importantes para o metabolismo vegetal, pois desempenha um papel importante no estabelecimento e desenvolvimento das plantas, proporcionando efeitos benéficos para o sistema radicular e parte aérea (PRATES *et al.*, 2012).

Segundo Queiroz Luz *et al.* (2013), o aumento da produção de tubérculos de batatas mostrou que o fósforo é um elemento essencial para o desenvolvimento dos tubérculos, potencializando os processos metabólicos plantas, como a translocação de fotoassimilados.

O fósforo tem funções que fazem parte de moléculas grandes ou agrupamentos de moléculas como DNA, RNA e os fosfolípidios das membranas; é um transportador de substratos, como a glucose fosfato e muitas coenzimas, e transdutor de energia química como a adenosina trifosfato (ATP); participa da sinalização celular, como no inositol trifosfato, modifica proteínas irreversivelmente e é um constituinte de biominerais (EPSTEIN; BLOOM, 2006). Sendo assim, as funções que desempenha esse nutriente estão ligadas ao aspecto estrutural e ao processo de transferência e armazenamento de energia (PRADO, 2008).

Os sintomas de deficiência de fósforo são: pequeno desenvolvimento, ficando com aspecto de planta com folhas enrugadas; coloração verde mais escura nas folhas velhas; coloração roxa em algumas espécies; ângulo estreito de inserção de folhas; baixo florescimento; número reduzido de frutos e sementes e atraso da maturidade (PRADO, 2008).

O excesso de fósforo causa pintas vermelho-escuras nas folhas mais velhas e também pode induzir sintomas de deficiência de micronutrientes como Zn, Cu, Fe e Mn, além de deprimir a fixação de CO₂ e a síntese de amido (PRADO, 2008).

Nunes *et al.* (2014), estudando a produção do rabanete na região do Mato Grosso, submetidos a doses de fósforo (0, 80, 160, 240, 320 e 400 mg dm⁻³ de P₂O₅), concluíram que as melhores adubações estimadas foram entre 245 e 284,6 mg dm⁻³ e que a adubação fosfatada influencia positivamente nas características produtivas e nutricionais da cultura em Latossolo Vermelho de Cerrado.

As hortaliças, na sua maioria, apresentam grande exigência nutricional por potássio (MAIA *et al.*, 2011; FERNANDES, 2015). O potássio não faz parte de nenhum constituinte das moléculas orgânicas, no entanto, participa de várias atividades bioquímicas, sendo um ativador enzimático, um regulador da pressão osmótica e ainda proporciona a abertura e fechamento dos estômatos (MAIA *et al.*, 2011).

Os sintomas de deficiência do potássio se caracterizam pela clorose marginal e necrose das folhas, inicialmente nas mais velhas. Em algumas culturas, ocorre uma coloração verde-escura. A deficiência provoca uma menor translocação de carboidratos da parte aérea para as raízes, reduzindo o crescimento. As plantas sem potássio acumulam mais açúcares e possuem as paredes das células mais finas, ficando mais susceptíveis aos patógenos (PRADO, 2008).

O potássio é um dos nutrientes mais extraídos e explorados pela cultura do rabanete, sendo indispensável para o seu desenvolvimento, produtividade e qualidade das raízes (SOUZA, 2015). Ele é encontrado, principalmente, em três formas de adubos químicos: cloreto de potássio (KCl), sulfato de potássio (K₂SO₄) e nitrato de potássio (KNO₃), no entanto, o mais utilizado na agricultura é o cloreto de potássio (KCl), pelo custo reduzido e pelos seus benefícios (NOVAIS *et al.*, 2007).

Castro *et al* (2016), estudando diferentes doses de potássio (0, 40, 80, 120, e 160 kg ha⁻¹ de K₂O) na cultura do rabanete, verificaram que a dose de 103 kg ha⁻¹ de K₂O seria a estimada para promover a máxima produtividade. Os autores concluíram que, mesmo em condições de elevado teor de potássio nos solos, a adubação potássica deve ser recomendada para aumentar produtividade na cultura do rabanete.

O boro é um dos micronutrientes mais requeridos pela cultura no rabanete, normalmente, apresenta como sintomas de deficiência o crescimento débil e rachaduras na raiz tuberosa (COSTA, 2015). O boro é o único micronutriente em que sua essencialidade é determinada pelo método indireto. É aceito como ativador de várias enzimas e atua como

constituente da parede celular (pectina, hemicelulose e precursores da lignina), na integridade da membrana com danos na formação e na estabilidade da plasmalema. Ele também facilita o transporte de açúcares e carboidratos, fazendo um complexo borato-açúcar ionizável no processo de germinação do grão de pólen e no desenvolvimento do tubo polínico (PRADO, 2008).

Os sintomas de deficiência de boro se caracterizam por necrose preta nas folhas jovens e gemas terminais; o caule pode se apresentar anormalmente rígidos e quebradiços; a dominância apical pode ser perdida; os ápices terminais dos ramos logo se tornam necróticos, devido à inibição da divisão celular; as estruturas como frutos, raízes carnosas e tubérculos podem exibir necrose ou anomalias relacionadas à desintegração dos tecidos internos (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Segundo Costa (2015), no Brasil, as formas mais consumidas de boro são o ácido bórico (H_3BO_3) e o bórax ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$), que possuem 17% e 11% de B, respectivamente. Os sintomas de excesso caracterizam-se como clorose malhada e manchas necróticas nas bordas das folhas mais velhas, devido a uma maior taxa de transpiração nesses locais (PRADO, 2008).

2.3.2 Adubação com biofertilizante e cinza vegetal

O uso de compostos orgânicos na produção agrícola, como biofertilizantes e cinza vegetal, é uma prática que está sendo adotada no mundo inteiro. Seu grau de eficiência depende da forma de preparo e das matérias primas utilizadas, podendo ocorrer variações de qualidade. Os compostos orgânicos melhoram a qualidade das plantas e permitem aumentar a qualidade química, física e biológica do solo (MELO *et al.*, 2007). Essas fontes orgânicas são compostos bioativos que contêm células vivas ou latentes de microrganismos (bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos), além dos quelatos organominerais (PENTEADO 2007; SANTOS, 2012).

Os biofertilizantes líquidos são produtos naturais obtidos a partir da fermentação dos materiais orgânicos com água, na presença ou ausência de ar (processos aeróbicos ou anaeróbicos). Possuem composição altamente complexa e variável, dependendo do material utilizado, e contêm quase todos os macro e microelementos necessários à nutrição vegetal (SILVA *et al.*, 2011).

Na busca de diminuir o custo de produção e contribuir para a redução do consumo das reservas naturais do planeta, muitas pesquisas foram desenvolvidas com o foco de

diminuir ou substituir o uso de fertilizantes minerais por biofertilizantes ou fertilizantes naturais (VILLELA JÚNIOR *et al.*, 2003).

A utilização do biofertilizante é uma prática de baixo custo, principalmente pelo fato da crescente procura por novas tecnologias de produção que apresentem redução de custos e a preocupação com a qualidade de vida no planeta (ARAÚJO *et al.*, 2007).

Algumas pesquisas vêm demonstrando a importância da utilização do biofertilizante como uma adubação alternativa de baixo custo. Gomes *et al.* (2014), pesquisando estresse salino em plantas de rabanete irrigadas em solo com biofertilizante, concluíram que o biofertilizante bovino de fermentação aeróbica proporciona maiores valores nos parâmetros de crescimento do rabanete, em relação ao biofertilizante de fermentação anaeróbica e a testemunha em solo sob estresse salino.

Lima *et al.* (2013), estudando o uso do biofertilizante para cultura do gergelim, concluiu que a interação da irrigação com o biofertilizante bovino eleva a capacidade produtiva do gergelim em vaso.

Queiroz *et al.* (2011), pesquisando a produtividade do rabanete cultivado em função da dose de biofertilizante suíno (0, 1.040, 2.080, 3.120 e 4.160 mL m⁻²), encontraram que as raízes foram influenciadas positivamente pela adição do adubo, sendo as maiores médias obtidas na maior dose testada.

Dias (2014), trabalhando com morango e diferentes doses de biofertilizante bovino no Maciço de Baturité, Ceará, concluiu que o biofertilizante pode ser utilizado como fonte de nutrientes no cultivo do morango em condições de campo aberto.

Segundo Medeiros *et al.* (2007), estudando a produção de alface com diferentes biofertilizantes, encontram em seus resultados que, dentre os biofertilizantes, aquele à base de esterco de curral fresco, cinzas, leite e caldo de cana apresentaram os melhores valores para características avaliadas. Santos (2012), estudando a influência de 4 doses de biofertilizantes (0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 L semana⁻¹), 2 tipos de biofertilizantes líquidos (B1 = misto de fermentação aeróbica e B2 = biofertilizante bovino simples de fermentação anaeróbica) com dois tratamentos adicionais, (controle e uma adubação química). na cultura do melão, encontrou que o biofertilizante misto que maximizou produtividade e foi estimado 1,10 L planta⁻¹ semana⁻¹ para o melão cultivado em vaso tendo uma produtividade de 32,622 Mg ha⁻¹ aos 75 dias após o transplante.

Outro resíduo que pode ser utilizado na adubação de plantas é a cinza vegetal, no entanto, existem poucas pesquisas que utilizem as quantidades ideais que cada planta requer para sua máxima produtividade. A cinza é um resíduo de origem vegetal, oriunda da queima

da madeira para produção de energia e que, dependendo de sua origem, pode apresentar elevados teores de potássio, fósforo, cálcio e magnésio. Portanto, pode ser utilizada como adubo e corretivo, dependendo da fertilidade solo e das necessidades da cultura (VOUNDINKANA *et al.*, 1998; BEZERRA, 2013).

Uma pesquisa com rabanete utilizando doses de cinza vegetal (0; 7; 14; 21; 28 e 35 g dm⁻³) para características produtivas de massa fresca e seca da parte aérea, ajustou-se ao modelo quadrático de regressão sendo observado os pontos máximos de massa fresca e seca da parte aérea com doses 21,88 e 23,77 g dm⁻³, respectivamente. Os autores concluíram que a adubação com cinza vegetal, com dose de 21 g dm⁻³, promove aumento nas características produtivas do rabanete (BONFIM-SILVA *et al.*, 2015).

Bezerra (2013), trabalhando com diferentes doses de cinza vegetal (0; 3; 6; 9; 12 e 15 g dm⁻³) em solos do cerrado Mato-Grossense, verificou que o capim-marandu apresentou os melhores resultados em desenvolvimento, crescimento e produção, quando cultivado em Argissolo Vermelho-Amarelo e adubado com a dose de 15 g dm⁻³ cinza vegetal. Em Latossolo Vermelho, os melhores resultados foram obtidos no intervalo das doses de 9 a 15 g dm⁻³.

Segundo Bonfim-Silva (2015), a cinza vegetal, além de fornecer macro e micro nutrientes, atua como corretivo no solo, proporcionando disponibilidade dos nutrientes que participam da clorofila e dos processos fotossintéticos das plantas.

Lopes *et al.* (2005), pesquisando o uso da cinza vegetal, constatou seus efeitos no crescimento da planta do algodoeiro. No entanto, a recomendação de adubação com esta fonte deve ser criteriosamente estudada, pois quantidades excessivas deste resíduo poderão provocar desbalanços nutricionais na fertilidade do solo, bem como toxidez nutricional ou carência em face das relações de antagonismo existentes pela elevada concentração de alguns nutrientes na solução do solo.

A aplicação de cinza em sistemas agrícolas apresenta uma oportunidade de repor parte dos nutrientes que são retirados pelas culturas, podendo diminuir o uso de fertilizantes comerciais e o custo de produção (SANTOS 2012; BEZERRA, 2013).

3 METODOLOGIA

3.1 Localização

Os experimentos foram conduzidos na área experimental da Estação Agrometeorológica, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola (DENA), da Universidade Federal do Ceará (UFC), no município de Fortaleza, Ceará ($3^{\circ} 44' 45''$ S, $38^{\circ} 34' 55''$ W e 19,5 m) (FIGURA 1).

Figura 1 – Vista aérea da Estação Agrometeorológica, com destaque da área destinada aos experimentos, Fortaleza, Ceará, 2016

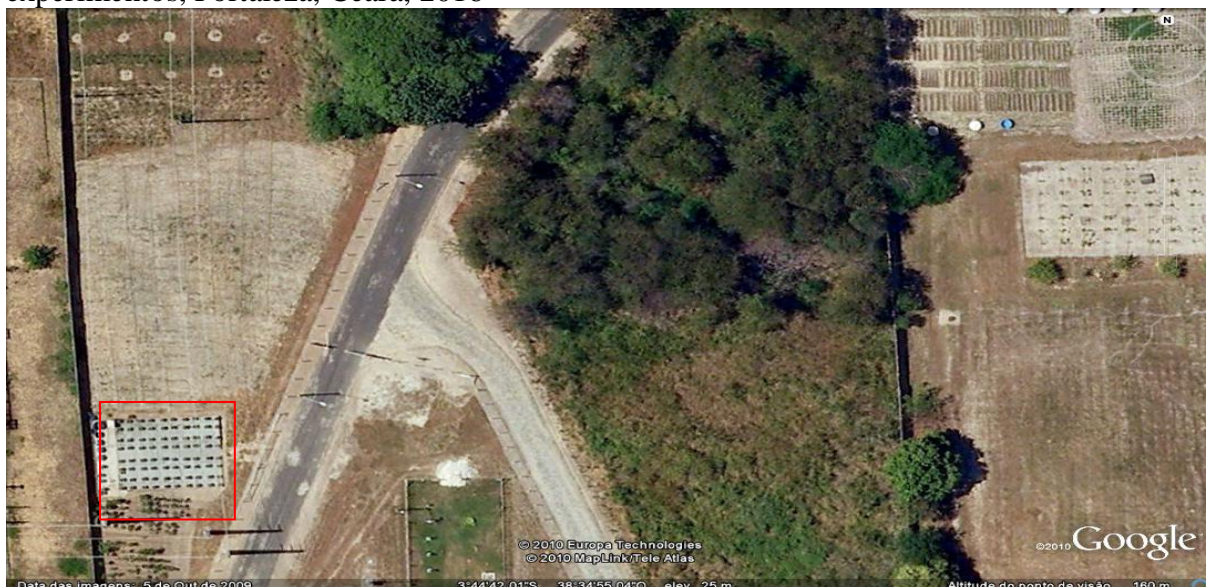


Foto adaptada de Bomfim.

3.2 Clima

O clima da região, conforme a classificação climática de Thornthwaite, é do tipo C2WA'a', caracterizando-se como úmido a subúmido, de moderada deficiência hídrica no inverno, megatérmico e com a evapotranspiração potencial bem distribuída ao longo do ano (VIANA; AZEVEDO, 2008).

Na Tabela 1, constam os principais variáveis meteorológicas registrados no período experimental.

Tabela 1 – Dados meteorológicos observados durante a condução dos experimentos, Fortaleza, Ceará, 2017

Mês	T ar (°C)	UR (%)	Vv (m s ⁻¹)	PPT (mm)	E _{TCA} (mm)
Dezembro	27,8	71	3,4	28,8	244,7
Janeiro	27,1	76	3,3	202,3	193,9
Mai	26,6	76	2,6	163,7	172,0
Junho	27,0	72	3,1	42,6	143,9

Fonte: Estação Agrometeorológica/DENA/CCA/UFC. Temperatura do ar (T do ar), Umidade Relativa (UR), Velocidade do vento (Vv), Precipitação (PPT), Evaporação do Tanque Classe “A” (E_{TCA}). Dezembro a janeiro (1º experimento) e maio a junho (2º experimento).

3.3 Solo

Antes da instalação dos experimentos, foram coletadas amostras compostas na camada de 0,00 a 0,20 m do solo, para estimar as características químicas (TABELA 2), conforme as recomendações da Embrapa (1997).

Tabela 02 - Análise química do solo utilizado nos experimentos

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Al ³⁺	S	N	MO	P	pH	PST	CE
-----cmolc dm ⁻³ -----						-----g Kg ⁻¹ ----		mg Kg ⁻¹	-----	-----dSm ⁻¹ -----	
1,20	0,80	0,23	0,36	0,15	2,6	0,61	11,17	32	6,00	5	0,35

Fonte: Laboratório de Solos, UFC.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo de textura areia franca (EMBRAPA, 2006). No preparo do solo, antes de preencher os vasos, foi feita uma mistura de solo com areia na proporção de 2:1.

3.4 Cultura

No plantio, foram utilizadas sementes de rabanete, cultivar Cometa (FIGURA 02), desenvolvida pela Top Seed, que apresenta as seguintes características agrônômicas: planta vigorosa; folhagem verde, medindo de 15 a 20 cm de altura; raízes firmes, crocantes,

uniformes e de tamanho médio, com cor externa vermelha brilhante e branca internamente; boa tolerância à rachadura e isoporização; massa média da raiz tuberosa de 30 g; ciclo médio de 25 dias e produtividade média de 21 t ha⁻¹.

Figura 2: Planta do Rabanete cultivar Cometa



Fonte: Autora (2017).

3.5 Sistema de irrigação

O sistema de irrigação instalado na área experimental foi do tipo gotejamento superficial (FIGURA 3) composto por: reservatório d'água; conjunto moto-bomba; linhas principais de PVC, linhas de derivação de polietileno e linhas laterais com fitas gotejadoras; registros de gaveta; manômetro de glicerina; hidrômetro; filtros de disco e gotejadores autocompensantes de 4 L h⁻¹. A água utilizada para a irrigação foi bombeada de um poço tubular de 40 m de profundidade e transferida para um sistema de caixas d'água de polietileno interligadas.

Figura 3 – Sistema de irrigação do tipo localizada com gotejadores de 4 L h⁻¹, Fortaleza, Ceará, 2016



Fonte: Autora (2017).

3.6 Preparo dos vasos e plantio

Em cada um dos experimentos, foram utilizados 100 vasos de 25 L, com 35 cm de diâmetro e 35 cm de profundidade. O volume do vaso foi preenchido com solo e areia na proporção de 2:1.

As sementes, em 14 de dezembro de 2016 (primeiro experimento) e em 06 de maio de 2017 (segundo experimento), foram realizadas em covas abertas manualmente, com um total de seis sementes por vaso, em uma profundidade média de dois cm.

A germinação ocorreu entre quatro e seis dias após o plantio, e o desbaste foi realizado em dois momentos: quando as plantas alcançaram cinco centímetros, foram retiradas as plantas excedentes e deixadas quatro plantas por vaso; e após o estabelecimento das plantas, foi realizado o segundo desbaste, deixando-se somente três plantas por vaso (FIGURA 4).

Figura 4 – Plantas de rabanete após o segundo desbaste, Fortaleza, Ceará, 2017

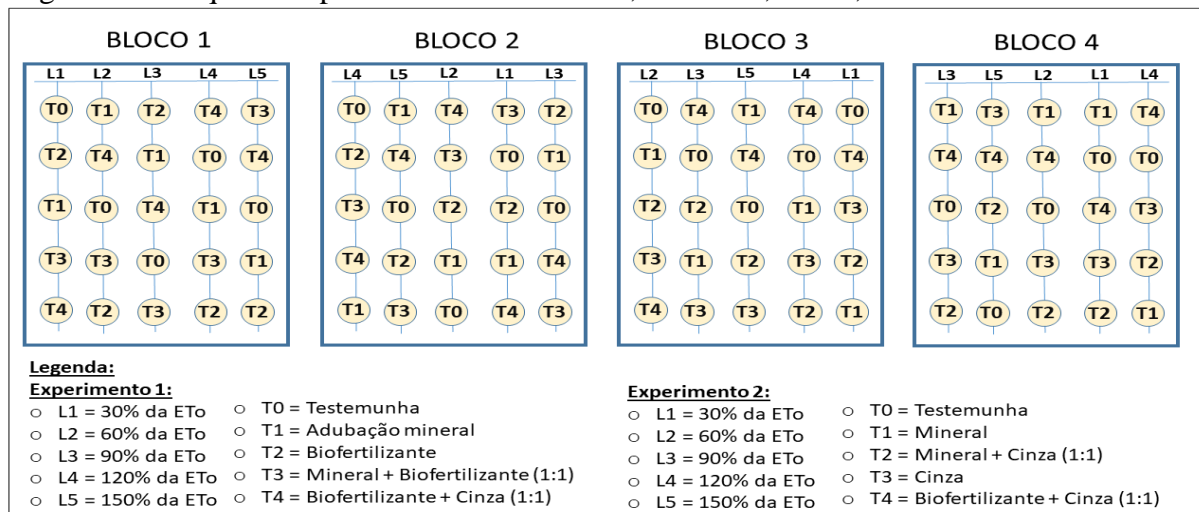


Fonte: Autora (2017).

3.7 Delineamento experimental

O primeiro experimento, realizado a céu aberto em vasos, e o segundo experimento, realizado em casa de vegetação, seguiram o delineamento de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas 5 x 5, com quatro repetições e três plantas por vaso (FIGURA 5).

Figura 5 – Croqui do experimento com rabanete, Fortaleza, Ceará, 2016



Fonte: Autora (2017).

3.8 Experimentos

3.8.1 Experimento 01: Lâminas de irrigação e combinações de adubos químicos com biofertilizante bovino na cultura do rabanete

No primeiro experimento, os tratamentos primários foram constituídos por cinco lâminas de irrigação, baseadas na evapotranspiração de referência (ETo), estimada pelo método do Tanque Classe “A” (TABELA 5).

Tabela 5 – Lâmina de água aplicada em cada tratamento no período de 14 de dezembro de 2016 a 16 de janeiro de 2017, Fortaleza, Ceará

Tratamento	ETo (%)	Lâmina de Irrigação (mm)		
		Estabelecimento (100% da ETo)	Tratamento	Total
L ₃₀	30	50,72	30,87	81,59
L ₆₀	60	50,72	75,74	126,46
L ₉₀	90	50,72	113,61	164,33
L ₁₂₀	120	50,72	151,48	202,2
L ₁₅₀	150	50,72	189,36	240,08

Fonte: Autora (2017).

Como mostra na tabela 5 foi aplicada a mesma lâmina de irrigação até o estabelecimento das plantas, durante 10 dias após o plantio, e no 11º dia após o plantio se iniciou a diferenciação das lâminas.

Os tratamentos secundários foram compostos por quatro tipos de adubos com biofertilizante bovino, mais a testemunha (TABELA 6).

Tabela 6 – Tratamentos secundários compostos por quatro tipos de adubos e uma testemunha em cada vaso, Fortaleza, Ceará, 2017.

Tratamento	N (g)	P ₂ O ₅ (g)	K ₂ O (g)	B (g L ⁻¹)	Biofertilizante (L)	Cinza (g)
T0 = Testemunha	-	-	-	-	-	-
T1 = Mineral	0,48	1,68	1,08	1	-	-
T2 = Biofertilizante	-	-	-	-	1,0	-
T3 = Mineral + Biofertilizante (1:1)	0,24	0,84	0,90	1	0,5	-
T4 = Biofertilizante + Cinza (1:1)	-	-	-	-	0,5	150

Fonte: Autora (2017).

3.8.2 Experimento 02: Lâminas de irrigação e combinações de adubos químicos com cinza vegetal na cultura do rabanete

No segundo experimento, os tratamentos primários foram constituídos por cinco lâminas de irrigação, baseadas na evapotranspiração de referência ETo estimada pelo método do Tanque Classe “A” (Tabela 7).

Tabela 7 – Lâmina de água aplicada em cada tratamento no período do dia 06 de maio de 2017 a 09 de junho de 2017, Fortaleza, Ceará

Tratamento	ETo (%)	Lâmina de Irrigação (mm)		
		Estabelecimento (100% da ETo)	Tratamento	Total
L ₃₀	30	41,52	28,82	70,34
L ₆₀	60	41,52	57,65	99,17
L ₉₀	90	41,52	86,47	127,99
L ₁₂₀	120	41,52	115,30	156,82
L ₁₅₀	150	41,52	144,12	185,64

Fonte: Autora (2017).

Na tabela 7 mostra que foi utilizado a mesma lâmina de irrigação até 10º dia após o plantio e no 11º dia após o plantio ocorreu a diferenciação das lâminas de irrigação.

Os tratamentos secundários foram compostos por quatro tipos de adubos com cinza vegetal e uma testemunha (Tabela 8).

Tabela 8 – Tratamentos secundários compostos por quatro tipos de adubos e uma testemunha por vaso, Fortaleza, Ceará, 2017.

Tratamentos	N (g)	P ₂ O ₅ (g)	K ₂ O (g)	B (g L ⁻¹)	Biofertilizante (L)	Cinza (g)
T0 = Testemunha	-	-	-	-	-	-
T1 = Mineral	0,48	1,68	1,08	1,0	-	-
T2 = Mineral + Cinza (1:1)	0,24	0,84	0,54	1,0	-	150
T3 = Cinza	-	-	-	-	-	300
T4 = Biofertilizante + Cinza (1:1)	-	-	-	-	0,5	150

Fonte: Autora (2017).

A tabela 8 mostra as quantidades de nutrientes que foram aplicadas em cada tratamento sendo T0 não tem adubação, T1 somente adubação mineral com NPK, T2 foi aplicado 50% de adubo mineral (NPK) e mais 50% foi com cinza vegetal, T3 somente foi aplicado cinza vegetal e T4 foram aplicados biofertilizante meio litro mais 50% da cinza recomendada para adubação o rabanete em vaso.

3.9 Manejo da irrigação

O manejo de irrigação foi realizado com lâminas baseadas na evapotranspiração de referência (E_{To}), calculada pelo método do Tanque Classe “A” (SLOMP et al., 2011). O tempo de irrigação foi calculado de acordo com Equação 1.

$$T_i = \frac{p \ ECA \ Kp \ El \ Eg}{Ei \ Qg} \quad (1)$$

em que:

T_i: tempo de irrigação, em h;

P: percentual da E_{TCA} aplicado em cada tratamento, em %;

E_{TCA}: evaporação medida no Tanque Classe “A”, em mm dia⁻¹;

k_p: coeficiente do tanque, adimensional;

El: espaçamento entre linhas de irrigação, em m;

Eg: espaçamento entre gotejadores, em m;

Ei: eficiência de irrigação, adimensional;

Qg: vazão do gotejador, em L h⁻¹.

Os tratamentos referentes às lâminas de irrigação foram diferenciados quando as plantas se encontravam no 10º dia após o plantio (DAP).

3.10 Manejo da adubação

Foram utilizados seis fertilizantes para a adubação do rabanete: biofertilizante bovino; cinza vegetal; adubo químico; biofertilizante bovino + cinza vegetal; biofertilizante bovino + adubo químico e adubo químico + cinza.

O biofertilizante bovino foi preparado com esterco fresco bovino e água na proporção volumétrica de 1:1. Os componentes foram misturados em um reservatório de 300 L para que ocorresse a fermentação aeróbica. O composto ficou pronto em 20 dias, e sua análise química do biofertilizante bovino consta na Tabela 3.

Tabela 3 – Composição de macro e de micronutrientes essenciais na matéria seca do biofertilizante bovino de fermentação aeróbica, Fortaleza, Ceará, 2017.

N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
-----			g L ⁻¹			-----			mg L ⁻¹	
0,72	1,4	1	2,5	0,75	0,31	0,28	141,6	1,92	68,2	14,72

Fonte: Laboratório de Solos, UFC.

A dose do biofertilizante bovino, estimada para atender às necessidades nutricionais do rabanete, quanto ao K₂O, recomendado por Aquino et al.(1993), foi de 1,0 L de biofertilizante por vaso durante o ciclo.

A cinza foi de origem vegetal, a partir da queima de lenha de Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) utilizado em fornos. A análise química da cinza vegetal consta na Tabela 4.

Tabela 4 – Composição de macro e de micronutrientes essenciais na matéria seca da cinza vegetal, Fortaleza, Ceará, 2017

N	P ₂ O ₅	Zn	Cu	S	Fe	K ₂ O	Mg	B	Ca	
-----			g kg ⁻¹			-----			cmol/Kg	
1,60	2,00	0,13	0,00	12,80	15,30	13,20	66,90		21,30	

Fonte: Laboratório de Solos, UFC.

A adubação com cinza vegetal, estimada de acordo com a recomendação de Cravo *et al.* (2007), foi realizada com 300 g de cinza por vaso.

A adubação química foi estimada de acordo com a recomendação de Cravo *et al.* (2007). Para a cultura do rabanete, foram aplicados: 1,08 g por vaso de K₂O; 0,48 g por vaso de N; e 1,70 g por vaso de P₂O₅. As fontes de NPK foram: 1,5 g de uréia/vaso; 8,5 g de superfosfato simples/vaso e 2,0 g de cloreto de potássio por vaso, respectivamente.

Na adubação com biofertilizante bovino + cinza vegetal (50% de cada composto), foram aplicados por vaso: 500 mL de biofertilizante e 150 g de cinza.

Na adubação com biofertilizante bovino + adubo químico (50% de cada composto), foram aplicados por vaso: 500 mL de biofertilizante; 0,54 g de K_2O ; 0,24 g de N; e 0,85 g de P_2O_5 de nutriente.

Na adubação com adubo químico + cinza (50% de cada composto), foram aplicados em cada vaso: 0,54 g de K_2O ; 0,24 g de N; 0,85 g de P_2O_5 ; e 150 g de cinza.

Seguindo a recomendação de Cravo *et al.* (2007), para a cultura do rabanete, foram feitas três adubações de cobertura, de acordo com os tratamentos de cada experimento. A adubação com boro, nos tratamentos com adubação química, foi feita em cobertura, seguindo a recomendação de Cravo *et al.* (2007), sendo aplicado 0,25 g de ácido bórico por vaso como fonte. As adubações de cobertura para cada experimento foram realizadas no 7º, 14º e 21º DAP sendo uma vez por semana durante todo o ciclo de 30 dias.

3.11 Tratos culturais e colheita

Os vasos foram mantidos livres de ervas daninhas mediante capinas manuais, quando observada a presença de qualquer planta invasora.

A colheita foi realizada em dois dias, à medida que as raízes tuberosas (FIGURA 6) ficavam no ponto de colheita. Aos 31 e 32 DAP, as três plantas de cada vaso foram coletadas e, posteriormente, analisadas as variáveis respostas.

Figura 6: Rabanetes separados por tratamentos, após a colheita, Fortaleza, Ceará, 2017



Fonte: Autora (2017).

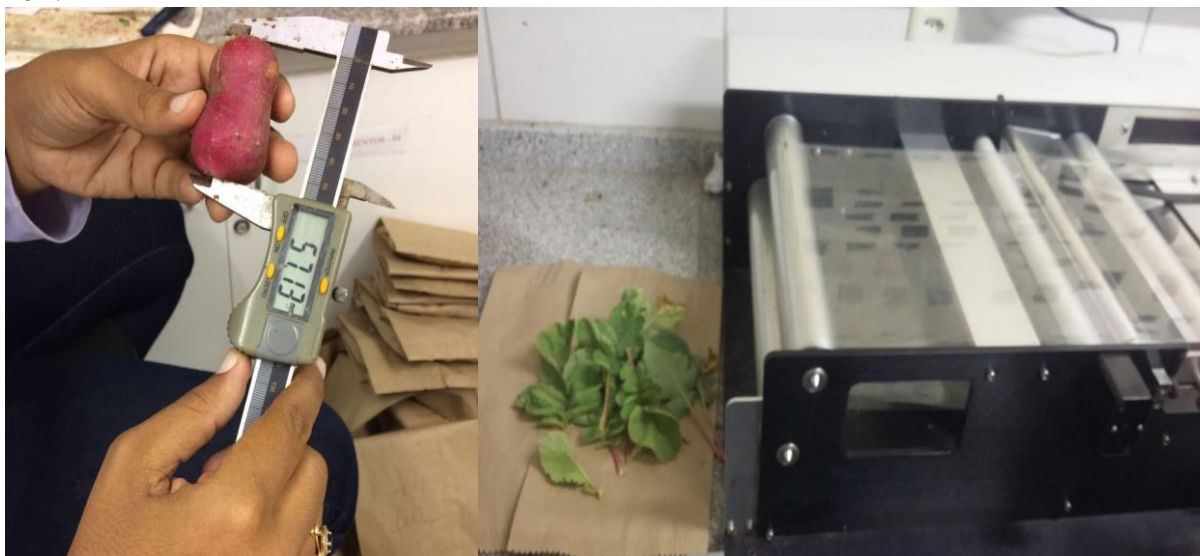
3.12 Variáveis respostas

Após a colheita, foram analisadas as seguintes variáveis respostas: massa fresca do tubérculo (MFT), massa seca do tubérculo (MST), comprimento do tubérculo (CT), diâmetro do tubérculo (DT), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), área foliar (AF) e produtividade (Prod).

Para estimar as variáveis MFT, MFF foi utilizada uma balança de precisão, na qual cada planta foi dividida em raiz tuberosa e folhas, e cada uma das partes foram pesadas individualmente. Após pesada a massa fresca das folhas e dos tubérculos foram colocadas para secar em uma estufa de ar forçado à temperatura de 65° C durante 3 dias, após secas foram pesadas novamente em uma balança de precisão para medir a massa seca das folhas e dos tubérculos de cada tratamento.

Para medir o CT e o DT, foi utilizado um paquímetro, com o qual foram medidos (FIGURA 7), individualmente, a partir da extremidade inferior da raiz tuberosa até a parte superior do tubérculo e o diâmetro da raiz tuberosa. A área foliar (AF) foi feita a parti do aparelho medidor de área foliar (LI - 3100C) como mostra na figura 7. A produtividade da cultura foi estimada a partir da área de um vaso que foi de 0,0908 m², depois foram calculados os nº de vasos por hectare, então foi calculado o nº plantas/há (330.339 plantas/há) e em seguida produtividade que foi o nº de plantas/há multiplicado pela massa fresca do tubérculo e dividido por mil para dar em Kg/há.

Figura 7: Avaliação do comprimento do tubérculo e análise da área foliar, Fortaleza, Ceará, 2017



Fonte: Autora (2017).

3.13 Análise estatística

Inicialmente, os dados médios das variáveis respostas foram submetidos a uma análise de variância pelo teste de F a 5 e 1% de probabilidade. Posteriormente, os tratamentos quantitativos foram submetidos à análise de regressão, testando-se o modelo linear e quadrático, e os tratamentos qualitativos foram submetidos ao teste de Tukey.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos aplicativos Microsoft Office Excel 2010 e SISVAR 5.6.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 01: Lâminas de irrigação e combinações de adubos químicos com biofertilizante bovino na cultura do rabanete

De acordo com a análise de variância apresentada na Tabela 07, pode-se verificar que as variáveis: massa fresca da parte aérea, produtividade total, área foliar, diâmetro do tubérculo, comprimento do tubérculo, massa fresca do tubérculo, massa seca das folhas massa seca do tubérculo foram influenciados somente pelo fator adubo. Portanto, o fator lâmina de irrigação, assim como a interação entre os fatores lâmina e adubo não influenciaram significativamente nenhum das variáveis analisados.

Tabela 07 – Resumo da análise de variância para: produtividade (Prod), área foliar (AF), diâmetro do tubérculo (DT), comprimento do tubérculo (CT), massa fresca das folhas (MFPA), massa fresca do tubérculo (MFT), massa seca das folhas (MSPA) e massa seca do tubérculo (MST) na cultura do rabanete, Fortaleza, Ceará, 2017

FV	GL	QUADRADO MÉDIO							
		Prod	AF	DT	CT	MFPA	MFT	MSPA	MST
Bloco	3	152.756.912 ^{ns}	50.013 ^{**}	157,8 ^{ns}	633,3 ^{**}	106,4 ^{ns}	1.399,0 ^{**}	0,75 [*]	5,82 ^{**}
Lâm (Li)	4	10.163.493 ^{ns}	11.198 ^{ns}	28,5 ^{ns}	45,00 ^{ns}	46,5 ^{ns}	93,1 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,34 ^{ns}
Erro 1	12	20.132.603	9.739	63,5	78,1	33,3	184,4	0,15	0,97
Adu (A)	4	104.593.656 [*]	56.261 ^{**}	89,5 [*]	602,8 ^{**}	220,5 ^{**}	957,9 ^{**}	1,33 ^{**}	5,50 ^{**}
(Li x A)	16	9.104.413 ^{ns}	4.628 ^{ns}	41,6 ^{ns}	58,2 ^{ns}	17,1 ^{ns}	83,4 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,48 ^{ns}
Erro 2	60	12.043.674	7.878	28,9	79,5	27,7	110,3	0,15	0,54
CV1 (%)	-	50,37	38,79	23,0	19,6	43,2	50,4	33,99	58,81
CV2 (%)	-	38,96	34,89	15,6	19,7	39,4	38,9	33,90	43,87
Total	99								

Fonte: Autora (2017).

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; CV: coeficiente de variação;

* significativo a 0,05; ** significativo a 0,01; ^(ns) não significativo.

Os efeitos das lâminas de irrigação não foram influenciadas significativamente possivelmente devido à ocorrência de precipitações durante o experimento. Slomp et al. (2011), trabalhando com diferentes níveis de irrigação (40, 60, 80,100 e 120%) da evaporação no tanque Classe “A” (E_{TCA}) em um Latossolo Vermelho Alumino Férrico Húmico no Rio Grande do Sul em casa de vegetação, sobre a cultura do rabanete, avaliando produção de

planta de rabanete por metro linear, produtividade e eficiência do uso de água não encontraram diferença estatística entre os tratamentos. Sendo que, no presente trabalho, as lâminas de irrigação não provocaram diferença significativa nas oito variáveis analisadas. Podendo demonstrar que a cultura é bem tolerante e pode suportar até certo ponto os estresses hídricos, seja por deficit ou excesso. Os valores médios das variáveis do rabanete para o fator adubo constam na Tabela 08.

Tabela 8 – Valores médios das variáveis analisadas para os diferentes adubos aplicados, Fortaleza, Ceará, 2017

Trat.	Prod (kg ha ⁻¹)	AF (cm ²)	DT (mm)	CT (mm)	MFPA (g)	MFT (g)	MSPA (g)	MST (g)
T0	8.219 b	232 b	33,85 ab	43,45 b	11,63 b	24,88 b	1,01bc	1,46b
T1	9.169 b	259 b	34,19 ab	47,02 b	14,40 ab	27,75 b	1,29ab	1,75b
T2	6.994 b	210 b	33,31 b	39,66 b	10,99 b	21,17 b	0,88 c	1,27b
T3	12.721 a	344 a	38,36 a	53,77 a	18,75 a	38,50 a	1,50 a	2,55 a
T4	7.435 b	228 b	33,43 b	42,04 b	11,07 b	22,50 b	0,98 bc	1,33b

Fonte: Autora (2017).

Médias sem letra ou com mesma letra nas colunas não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tratamentos: T0: Testemunha, T1: Mineral, T2: Biofertilizante, T3: Biofertilizante + Mineral e T4: Biofertilizante + Cinza.

A maior área foliar do rabanete foi proporcionada pela combinação biofertilizante + adubo mineral. Essa combinação proporcionou um incremento na área foliar de 48,26% que a área foliar média dos outros tratamentos. Dantas *et al.* (2015), trabalhando na região semiárida de Campina Grande, Paraíba, com o rabanete cultivado sob diferentes níveis e fontes de fertilizante orgânico em um solo Neossolo Flúvico, encontraram para esterco ovino, um valor médio de 304,52 cm² para a área foliar. Apesar do autor não informar a cultivar, foi observado que o valor está próximo ao encontrado neste trabalho.

O diâmetro do tubérculo variou de 33,37 mm a 38,36 mm O tratamento T3 (Biofertilizante + Mineral) foi melhor que o T2 (Biofertilizante) e que o T4 (Biofertilizante + Cinza), porém, ele não diferiu do tratamento T0 (Testemunha) e T1 (Mineral). Sendo que esse fato pode ter ocorrido devido essa variável não ter sido tão influenciado pelo adubo que foi aplicado, já que é uma característica genética da cultivar, e o tratamento T0 (Testemunha) não foi aplicado adubo mas o solo do experimento continha nutrientes e que foi suficiente para produzir um diâmetro que não se diferiu dos outro tratamento.

Faria *et al.* (2013), trabalhando com diferentes doses de silício e com três variedades do rabanete, encontraram para a variedade cometa um diâmetro médio de 28 mm.

Caetano *et al.* (2015), testando o efeito do nitrogênio na cultura do rabanete, encontraram diâmetro médio do tubérculo de 31,73 mm para a maior dose de nitrogênio, sendo bem próximo aos valores encontrados no presente trabalho.

No comprimento do tubérculo, o tratamento T3 (Biofertilizante + Mineral) proporcionou uma maior média (53,77) mm, sendo 25% superior em relação à média dos demais tratamentos (adubos). Pereira *et al.* (2014), estudando o rabanete com diferentes lâminas de irrigação e doses de biofertilizante, encontraram um valor médio para o comprimento do tubérculo de 48,81 mm, próximo ao valor encontrado neste trabalho.

Para a variável massa fresca da parte aérea (MFPA), o tratamento T3 (Biofertilizante + Mineral) foi superior aos tratamentos T2 (Biofertilizante), T4 (Biofertilizante + Cinza) e T0 (Testemunha). No entanto, o tratamento T3 (Biofertilizante + Mineral) não diferiu estatisticamente do tratamento T1 (Mineral). Para a massa fresca do tubérculo (MFT), o tratamento T3 (biofertilizante + mineral) foi o melhor tratamento, com média de 38,50 g para a MFT, sendo 38% superior a média dos outros tratamentos.

Cortez (2009), trabalhando com rabanete (cultivar N° 25), usando esterco bovino e nitrogênio, encontram um valor de massa fresca do tubérculo de 36,96 g planta⁻¹. Costa (2015), que trabalhou com diferentes lâminas de irrigação na cultura do rabanete, encontrou, para a MFT, um valor máximo de 10,22 g e, para MFPA, um valor máximo de 6,99 g. Esses valores foram inferiores aos encontrados no presente experimento, para a mesma região.

Para massa seca da folha (MSF), os tratamentos T1 (Mineral) e T3 (Biofertilizante + Mineral) promoveram as maiores médias de 1,29 e 1,5 g, sendo 45% superior aos demais. No entanto, o tratamento T1 não diferiu dos tratamentos T4 e T0, que obtiveram média de 0,99 g, já o tratamento T2 não ocorreu diferença do T4 e T0. Cortez (2009), que avaliou esterco bovino (adubação orgânica) e doses de nitrogênio em rabanete, encontrou um valor máximo para a massa seca do tubérculo de 0,99 g planta⁻¹. Na massa seca do tubérculo (MST), o melhor tratamento foi o T3 (Biofertilizante + Mineral), diferindo de todos os outros. A MST do tratamento T3 (2,55 g) foi superior 75% em relação à média dos outros tratamentos.

Na avaliação da produtividade do rabanete, o tratamento T3 (Biofertilizante + Mineral) foi o que proporcionou a maior média (12.721 kg ha⁻¹), sendo 60% superior a média dos demais tratamentos. Cortez (2009), avaliando doses de nitrogênio e esterco bovino, encontrou uma produtividade de 11.900 kg ha⁻¹, para a cultivar N° 25 de rabanete, utilizando 75 t ha⁻¹ de esterco e 180 kg ha⁻¹ de N. Cardoso *et al.* (2001), avaliando doses e épocas de aplicação de nitrato de cálcio em cobertura na cultura do rabanete, encontraram uma

produtividade de tubérculo de 10.600 kg ha⁻¹. Já, Santos et al. (2016), avaliando o uso de cobertura morta e seus efeitos na cultura do rabanete, encontraram uma produtividade máxima de 13.940 kg ha⁻¹, com a leucena em cobertura.

Faria et al. (2013), trabalhando com a cultura do rabanete, cultivar cometa, encontraram uma produtividade de 14.890 kg ha⁻¹, próxima à produtividade encontrada no presente trabalho. Comparando os trabalhos citados com os valores encontrados nesse trabalho, pode-se afirmar que a produtividade obtida está de acordo com os valores encontrados na literatura consultada.

Os valores médios de produtividade, área foliar, diâmetro do tubérculo, comprimento do tubérculo, massa fresca da parte aérea, massa fresca do tubérculo, massa seca da parte aérea e massa seca do tubérculo, em relação aos demais adubos, mostraram que a combinação biofertilizante + mineral foi a melhor na maioria das variáveis. Isso pode ter ocorrido devido à combinação entre o adubo mineral e o adubo orgânico. O biofertilizante é uma alternativa para a suplementação de nutrientes, podendo ser aplicado via solo ou sistema de irrigação (ARAÚJO, 2008). Como o biofertilizante é considerado uma suplementação, os resultados deste trabalho estão de acordo com Araújo (2008), pois a combinação entre adubo mineral e orgânico é uma alternativa que pode diminuir os custos com a compra de adubos químicos, como proporciona melhoria química, física e biológica do solo.

As plantas podem absorver os nutrientes tanto por fluxo de massa quanto por difusão. No fluxo de massa, os nutrientes são carregados pela água que se move do solo em direção as raízes, a quantidade de nutrientes fornecidos às raízes por fluxo de massa depende da taxa de fluxo de água através do solo em direção à planta, a qual depende das taxas de transpiração e dos níveis de nutrientes na solução do solo (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O tratamento T3 (biofertilizante + mineral) foi o melhor adubo para quase todas as variáveis inclusive para a produtividade. Como a base do biofertilizante é água, isso poderá ter sido uma das justificativas para que os dois adubos juntos (biofertilizante + mineral) terem potencializado através de fluxo de massa a absorção dos nutrientes pelas raízes das plantas presentes na superfície do solo, dando com isso melhores resultados para quase todas as variáveis produtivas. O Bioferlizante além e fornecer alguns nutriente, ele é capaz de fornecer em algumas plantas cultivadas substâncias fitoreguladores, tais como ácido indol-acético, giberelinas, citocininas, além de vários outros aminoácidos que melhoram a taxa e a eficiência da fotossíntese.

Outra justificativa para o melhor desempenho obtido com o tratamento T3, é que o biofertilizante é um adubo orgânico e sua recomendação de aplicação foi feita em cima de

apenas um nutriente, o potássio, podendo ter ocorrido carência de outros nutrientes quando o biofertilizante foi aplicado sozinho. Já, quando ocorreu a junção do biofertilizante com o adubo mineral, um pode ter complementado o outro, pois o biofertilizante melhora as características físicas e biológicas do solo e o fornecimento de nutrientes, e o adubo mineral forneceu o nitrogênio, fósforo e potássio nutrientes, potencializando a absorção pelas plantas e dando bons resultados às variáveis produtivas.

4.2 Experimento 02: Lâminas de irrigação e combinações de adubos com a cinza vegetal na cultura do rabanete em ambiente protegido

De acordo com a análise de variância, as variáveis: produtividade, área foliar, comprimento do tubérculo, massa fresca da parte aérea, massa fresca do tubérculo, massa seca da parte aérea e massa seca do tubérculo foram influenciadas somente pelo fator adubo (TABELA 09). A variável: diâmetro do tubérculo, por sua vez, foi a única influenciada pela interação entre os fatores lâmina de irrigação e adubo. Portanto, as lâminas de irrigação, isoladamente, não afetaram significativamente os componentes de produção.

Esse resultado indica que a lâmina de irrigação, tanto a mínima quanto a máxima, não influenciou significativamente as variáveis analisadas. Pois, 30% da evapotranspiração de referência foram suficientes para a planta se desenvolver e produzir.

Tabela 09 – Resumo da análise de variância para a produtividade (PROD), área foliar (AF), diâmetro do tubérculo (DT), comprimento do tubérculo (CT), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca do tubérculo (MFT), massa seca parte aérea (MSPA) e massa seca do tubérculo (MST) na cultura do rabanete, Fortaleza, Ceará, 2017

FV	GL	QUADRADO MÉDIO							
		PROD	AF	DT	CT	MFPA	MFT	MSPA	MST
Bloco	3	83,89 ^{ns}	5,77 ^{ns}	42,93 ^{ns}	134,32 ^{**}	0,36 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,291 ^{ns}
Lâm (Li)	4	323,62 ^{ns}	3,27 ^{ns}	41,87 ^{ns}	35,59 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,98 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,159 ^{ns}
Erro 01	12	114,63	1,84	327,27	51,53	0,13	0,35	0,008 ^{ns}	0,223
Adubo (A)	4	12.587 ^{**}	272,03 ^{**}	1.557 ^{ns}	2.020 ^{**}	14,76 ^{**}	38,10 ^{**}	0,908 [*]	4,89 ^{**}
(Li x A)	16	137,22 ^{ns}	2,99 ^{ns}	23,46 [*]	27,96 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,181 ^{ns}
Erro 02	60	97,55	3,20	12,25	22,39	0,20	0,30	0,013	0,184
CV1(%)		22,10	12,52	24,21	26,72	16,89	22,06	14,83	75,60
CV2(%)		20,38	16,51	16,22	17,61	21,12	20,38	19,26	68,71
Total	99								

Fonte: Autora (2017).

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; CV = Coeficiente de variação.

* = significativo a 5%; ** = significativo a 1% e ns=não significativo.

A não significância entre as lâminas de irrigação testadas pode está relacionada com a resistência da cultivar ao estresse hídrico, pois o rabanete é uma planta bastante rústica em relação às outras olerícolas. Slomp *et al.* (2011), avaliando diferentes níveis de irrigação (40, 60, 80,100 e 120% da evaporação de água no tanque Classe “A”), em um Latossolo Vermelho Alumínio férrico Húmico no Rio Grande do Sul, em casa de vegetação, com a cultura do rabanete, também não encontraram diferença estatística entre os tratamentos.

Os valores médios das variáveis analisadas para a cultura do rabanete nesse experimento, em relação ao fator adubo, constam na Tabela 10.

Tabela 10 – Valores médios das variáveis analisadas para a cultura do rabanete, em relação ao fator adubo, Fortaleza, Ceará, 2017

Tratamento	Prod (kg ha ⁻¹)	AF (cm ²)	CT (mm)	MFPA (g)	MFT (g)	MSPA (g)	MST (g)
T3	561 c	54,90 c	16,76 c	1,72 c	1,69 c	0,14 c	0,02 b
T0	594 c	53,72 c	17,01 c	1,78 c	1,79 c	0,16 c	0,02 b
T4	2.126 b	101,20 b	25,58 b	3,38 b	6,40 b	0,27 b	0,25 b
T2	5.220 a	225,45 a	38,44 a	8,17 a	17,42 a	0,59 a	1,11 a
T1	5.756 a	205,92 a	35,20 a	9,85 a	15,76 a	0,70 a	1,47 a

Fonte: Autora (2017).

Médias sem letra ou com mesma letra nas colunas não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tratamento: T0: Testemunha, T1:Mineral, T2: Cinza + Mineral , T3: Cinza e T4: Biofertilizante + Cinza

Os tratamentos T2 (Cinza + Mineral) e T1 (Mineral) apresentaram os melhores resultados, com média para a produtividade de 5.488 kg ha⁻¹. Essa média foi superior em 158% quando comparada à produtividade obtida com o tratamento T4 (Biofertilizante + Cinza), e 878% e 824% superior quando comparadas com as produtividades alcançadas com os tratamentos T3 (Cinza) e T0 (Testemunha), respectivamente. Ferreira *et al.* (2011), avaliando a produção orgânica de rabanete em plantio direto sobre cobertura morta e viva, acharam uma produtividade comercial máxima de 3.200 kg ha⁻¹. Batista *et al.* (2013), trabalhando em Mossoró, Rio Grande do Norte, região semiárida com o solo do tipo Latossolo vermelho amarelo distrófico, com diferentes coberturas de espécies espontâneas: jitirana (*Merremia aegyptia*), mata-pasto (*Senna uniflora*) e flor-de-seda (*Calotropis procera*), na cultura do rabanete, encontraram uma produtividade total do rabanete de 6.833 kg ha⁻¹, 5.610 kg ha⁻¹ e 7.900 kg ha⁻¹, respectivamente.

A produtividade pode ter sido um pouco mais baixa por ter sido desenvolvido em

um ambiente protegido na estação chuvosa do ano onde diminuem os raios solares e aumentam as nuvens do céu e como no ambiente protegido já tem uma diminuição dos raios solares pode ter ocorrido uma diminuição na fotossíntese das plantas e consequentemente na produção das plantas de rabanete neste experimento.

Para a área foliar, os melhores adubos foram: a combinação cinza + mineral (tratamento T2) e o adubo mineral (tratamento T1). Para esses tratamentos, T2 (Cinza + Mineral) e T1 (Mineral), a área foliar do rabanete foi em média de 215,69 cm², sendo essa média 208% maior do que a média alcançada entre os tratamentos T3 (Cinza), T0 (Testemunha) e T4 (Biofertilizante + Cinza). Ainda assim, observa-se que esses resultados encontram-se abaixo dos encontrados no estudo de Sousa *et al.* (2016), que utilizaram a cultivar cometa de rabanete, e alcançaram área foliar de 140 cm² na mesma região deste estudo. É importante levar em conta que a redução da área foliar pode ser um mecanismo para a defesa das plantas quando submetidas a estresses hídrico, nutricional ou salino. Com isso, ocorre uma redução da transpiração das plantas e, consequentemente, redução na área foliar (SILVA *et al.*, 2011).

Para variável comprimento do tubérculo, os tratamentos que se destacaram como melhores adubos foram os tratamentos T2 e T1, cinza + mineral e apenas adubação mineral, respectivamente. O comprimento médio do tubérculo para esses dois tratamentos foi de 36,82 mm, sendo superior em 86% quando comparado à média dos outros tratamentos. Klar *et al.* (2015), trabalhando com diferentes lâminas de irrigação na cultura do rabanete, encontraram para o comprimento do tubérculo, um valor médio de 40 mm com a lâmina de irrigação de 50% da ETc.

Para a massa fresca da parte aérea (MFPA), os tratamentos 04 (Cinza + Mineral) e 05 (Mineral) foram os que se destacaram, apresentando média de 9,01 g. Esse valor superou em 293% a média (2,29 g) dos outros tratamentos. Klar *et al.* (2015), avaliando a massa fresca da parte aérea, encontrou MFPA variando de 10 a 15 g, quando aplicava uma lâmina de irrigação de 25 a 50% da ETc.

Para a massa fresca do tubérculo (MFT), os tratamentos que tiveram melhor performance também foram: o T2 (Cinza + Mineral) e o T1 (Mineral), apresentando média de 16,59 para a MFT, superando em 404% a média dos demais tratamentos.

Santos *et al.* (2016), trabalhando com diferentes coberturas mortas, encontraram uma massa fresca dos tubérculos de 8,86 g, sendo um valor inferior ao encontrado no presente

experimento para os tratamentos T1(Mineral) e T2(Cinza + Mineral). Sousa *et al.*(2016), cultivando rabanete com fertilizante orgânico na mesma região desse estudo, acharam valores inferiores a 11 g para a massa fresca do tubérculo.

A massa seca da parte aérea (MSPA) e do tubérculo (MST) tiveram um comportamento similar, os tratamentos que tiveram melhores desempenhos foram 04 e 05. Em média, esses tratamentos alcançaram 0,65 g para a MSPA, e 1,29 g para a MST. Essas médias superaram em: 239 e 1.234%, respectivamente, quando comparadas com as médias dos outros tratamentos. Schuster et al. (2012) encontraram, para massa seca da parte aérea, o valor de 0,63 g. Batista *et al.* (2013) encontraram um valor máximo para matéria seca do tubérculo de 1,07 g, um pouco inferior a média para MST dos dois melhores tratamentos do presente estudo (1,29 g planta⁻¹).

Os melhores tratamentos foram, para quase todas as variáveis, a combinação cinza + mineral e o adubo mineral. Isso pode indicar uma vantagem para os produtores convencionais, que só utilizam adubos químicos, no sentido de diminuir sua utilização em 50% em uso de adubos minerais. A utilização de adubos orgânicos deve diminuir a compra de fertilizantes minerais e, conseqüentemente, os custos de produção. Este trabalho mostrou que é possível buscar outras fontes alternativas de fertilizantes, muitas vezes tiradas das próprias fazendas.

O desdobramento dos adubos dentro de cada lâmina foi calculado a partir da variável diâmetro do tubérculo (DT) que foi significativo na interação dos dois fatores (Lâmina x Adubo), e se encontra na TABELA 11.

Tabela 11 – Análise do desdobramento do fator adubo dentro de cada lâmina (teste de médias), Fortaleza, Ceará, 2017

Tratamento	L1: 30% ETo	L2: 60% ETo	L3: 90% ETo	L4: 120% ETo	L5: 150% ETo
T0	10,78 b	14,76 bc	16,98 bc	15,14 c	15,36 bc
T1	27,52 a	31,92 a	30,32 a	32,75 a	31,94 a
T2	26,92 a	31,45 a	30,18 a	29,13 ab	31,55 a
T3	8,59 b	8,81 c	13,34 c	9,68 c	13,92 c
T4	22,74 a	18,07 b	22,10 b	24,06 b	21,27 b

Fonte: Autora (2017).

Médias sem letra ou com mesma letra nas colunas não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

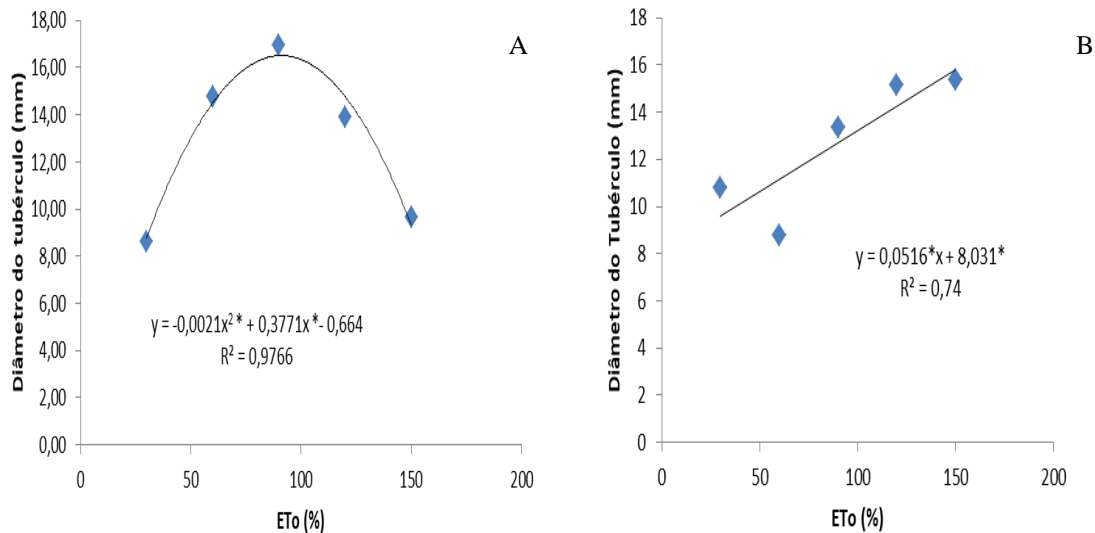
Tratamento: T0: Testemunha, T1:Mineral, T2: Cinza + Mineral , T3: Cinza e T4: Biofertilizante + Cinza.

Conforme consta na Tabela 11, em todas as lâminas os adubos influenciaram significativamente a variável (DT). Mais uma vez, os melhores tratamentos foram: T2 e T1,

respectivamente a combinação do cinza + mineral e o mineral. Na L1 (30% ETo) os tratamentos T4 (Biofertilizante + Cinza) , T2 (Cinza + Mineral) e T1 (Mineral) proporcionaram média de 25,73 mm para o DT, que foi 166 % superior a média dos tratamentos T0 e T3. Nas outras lâminas (L2, L3, L4 e L5) foi observado comportamento semelhante.

O diâmetro do tubérculo (DT) do rabanete, em função da interação da lâmina de irrigação e os diferentes adubos, pela análise de regressão, se ajustaram ao modelo polinomial quadrático e linear crescente com valores do coeficiente de determinação de: R^2 0,98 e 0,74, respectivamente (Figura 8).

Figura 8 – Diâmetro do tubérculo (DT) da cultura do rabanete, em função da lâmina de irrigação dentro dos tratamentos testemunha (A) e cinza (B), Fortaleza, Ceará, 2017



Fonte: Autora, 2017.

Na FIGURA 8A, é possível observar o desdobramento das lâminas de irrigação dentro do tratamento testemunha, o modelo polinomial quadrático foi significativo, crescendo de forma polinomial até uma lâmina estimada em 89,79% da ETo, alcançando um valor máximo de 16,27 mm para o DT.

No desdobramento das lâminas de irrigação dentro do tratamento cinza (Figura 8B), o modelo linear crescente foi o mais adequado, sendo estimado um valor máximo para o diâmetro do tubérculo de 15,77 mm, que seria alcançado com a lâmina de irrigação de 150% da ETo. Conforme esse modelo, à medida que vai aumentando a lâmina de irrigação, o diâmetro do tubérculo aumenta.

Para quase todas a variáveis produtivas analisadas, os melhores tratamentos foram

os tratamentos cinza + mineral e só o mineral. Dessa forma, a junção do adubo mineral e a cinza pode ser uma alternativa para a utilização da cinza, que ainda é um resíduo desperdiçado em algumas situações.

Os resultados positivos alcançados com a junção do adubo mineral + cinza ocorreram por que a cinza é rica em nutrientes, principalmente potássio e cálcio. A cinza vegetal tem o potencial de ocupar parte das atribuições dos fertilizantes minerais, reduzindo os custos e aumentando a produtividade.

Como a cinza sozinha não possui todos os nutrientes necessários para a cultura do rabanete, uma das formas de otimizar a produção, principalmente na agricultura familiar, é a utilização da cinza junto com o fertilizante mineral em uma proporção de 1:1.

O adubo mineral utilizado sozinho também foi um dos melhores adubos testados nesse estudo, pois a adubação é realizada em cima da necessidade da planta, então fornece o que é necessário para todo o ciclo da planta.

Bonfim-Silva *et al.* (2011) afirmam que se houver uma substituição de parte dos fertilizantes químicos por outros naturais, pode-se reduzir a exploração de petróleo e fertilizantes químicos extraídos de rochas, ambos de longos ciclos geológicos.

5 CONCLUSÃO

No primeiro experimento a produção da cultura do rabanete alcançou os melhores resultados, nas condições de período chuvoso, para quase todas as variáveis, principalmente para a produtividade, com a combinação de biofertilizante com adubo mineral.

No segundo experimento para a cultura do rabanete, nas condições deste estudo, os melhores resultados foram obtidos, para a produção em ambiente protegido, com o biofertilizante + mineral e com o adubo mineral. E as melhores lâminas de irrigação dentro dos tratamentos testemunha e cinza foram a lâmina de 90% e 150% ETo.

A união de adubos minerais e orgânicos se torna uma boa alternativa para a melhoria física, química e biológica do solo na produção de rabanete e uma economia de adubos químicos que muitas vezes pesa no custo de produção para o produtor.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos: Informe** 2016. Agência Nacional de Águas – Brasília (Brasil): ANA, 2016.95p.
- AQUINO, A. B.; AQUINO, B. F.; HERNANDEZ, F A.; COSTA, R. I. da.; UCHOA, S. C. P.; FERNANDES, V. L. B. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará.** Fortaleza: UFC, 1993. 248 p.
- ARAÚJO, E. N de.; OLIVEIRA, A. P de.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; BRITO, N. M de.; CYNTHIA, M. D. L.; SILVA, É. É Da. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 5, p. 466-470, 2007.
- ARAÚJO, H. S.; CARDOSO, A. I. I.; EVANGELISTA, R. M.; TAKATA, W. H. S.; SILVA, E. G. Característica físico-química de frutos de abobrinha-de-moita em função das doses de potássio em cobertura. **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas**, Bogotá, v. 8, n. 2, p. 242-249, 2014.
- AZEVEDO, L. P de. **Uso de dois espaçamentos entre gotejadores na mesma linha lateral e seus efeitos sobre a formação do bulbo molhado, produtividade e qualidade de rabanete (*Raphanus sativus* L.).** 2008. 76f. Tese (Doutorado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”(UNESP) – Campus de Botucatu, Botucatu – SP, 2008.
- AZEVEDO, B. M de.; FERNANDES, C. N. V.; PINHEIRO, J. A.; BRAGA, E. S.; CAMPÊLO, A. R.; VIANA, T. V de.A.; MARINHO, A. B. Efeitos de lâminas de irrigação na cultura do feijão vigna de cor preta. **Agropecuária Técnica**, Areia, PB, 32(1), p 152–159, 2011.
- BATAGLIA, O. C. Métodos diagnósticos da nutrição potássica com ênfase no DRIS. In: **SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA**, 2, 2004, São Pedro. **Anais**. Piracicaba: Potafos, 2005. p.321 – 341.
- BATISTA, M. A. V.; BEZERRA NETO, F.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; GUIMARÃES, L. M. S.; SARAIVA, J. P. B.; SILVA, M. L. Atributos microbiológicos do solo e produtividade de rabanete influenciado pelo uso de espécies espontâneas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 587 – 594, 2013.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8ª. ed. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.
- BEZERRA, M. D. L. **Cinza vegetal como corretivo e fertilizante no cultivo de capim-marandu em solos do cerrado mato-grossense.** (2013). 63f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Campus Universitário de Rondonópolis, Universidade Federal de Mato Grosso. Rondonópolis, Mato Gosso, 2013.

BONFIM-SILVA, E.M.; SILVA, T.J.A.; SANTOS, C.C.; CABRAL, C. E. A.; SANTOS, I. B. Características produtivas e eficiência no uso de água em rúcula adubada com cinza vegetal. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.7, n.13, p 178 – 186, 2011.

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.

BOMFIM, G. V et al. **Aclimatização de abacaxizeiro ornamental: uma revisão**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, p 121 – 128, 2009.

BRUM, V. J.; BREGONCI, I dos. S.; BRAGANÇA, R.; ZINI JÚNIOR, A.; PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, E F do. Crescimento e produção do rabanete sob estresses hídricos em diferentes fases fenológicas. X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. **Revista Univap** (Edição especial), São José dos Campos, SP, v 13, n. 12, p 2865 – 2868, out. 2006.

CAMARGO, G. A.; CONSOLI, L.; LELLIS, I. C. S.; MIELI, J.; SASSAKI, E. K. Bebidas naturais de frutas perspectivas de mercado, componentes funcionais e nutricionais. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Campinas, SP, v.1, p.181 – 195, 2007.

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. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/286>. Acesso em: 17 maio. 2017.

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, p. 328 – 331, 2001.

CASTRO, B. F.; SANTOS, L. G. D.; BRITO, C. F.; FONSECA, V. A.; BEBÉ, F. V. Produção de rabanete em função da adubação potássica e com diferentes fontes de nitrogênio. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, Portugal, v. 39, n. 3, p. 341 – 348, 2016.

CAVALCANTI, N. M. da S.; DUTRA, A. F.; de MELO, A. S.; DA SILVA, F. G.; DUTRA, W. F.; JUNIOR, E. D. S. N. Aspectos Agronômicos do meloeiro ‘mandacaru’ cultivado em ambiente protegido sob irrigação. **IRRIGA**, Botucatu, v. 20, n. 2, p. 261 – 272, 2015.

COSTA, F. R. B. **Manejos da irrigação e das adubações nitrogenada e borácica na cultura do rabanete no Litoral Cearense**. 2015. 58f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

CORTEZ, J. W. M. **Esterco de bovino e nitrogênio na cultura de rabanete**. 2009. 76 f. Dissertação. (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, São Paulo, 2009.

COSTA, R. A. **Cultura do quiabo submetida a lâminas de irrigação por gotejamento em função da evaporação em tanque Classe A**. 2014. 54 f. Tese (Doutorada em

Agronomia/Irrigação e Drenagem). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas - Câmpus de Botucatu, Botucatu – SP, 2014.

CRAVO, M da. S.; VIÉGAS, I de. J. M.; BRASIL, E. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 262 p, 2007.

CRISÓSTOMO, L. A. et al. **Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no Nordeste**. Brasília, DF: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 21 p. (Circular Técnica, 14).

DANTAS, A. E de. A.; SOUZA, T. A.; SOUZA, T. M. A de.; LIMA, T. S.; SOUTO, L. S. Produção de rabanete (*Raphanus sativus* L.) sob diferentes níveis e fontes de fertilizantes orgânicos. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC’, 2015, - Fortaleza-Ce. **Anais...** Fortaleza, 2015.

DIAS, C.N. **Cultivo do morango sob diferentes condições de ambientes e doses de biofertilizante na Região do Maciço de Baturité, Ceará**. 2014. 92 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

DOORENBOS, J.; PRUIT, W. O. **Necessidades hídricas das culturas – FAO 24**. Roma: Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação, 1997. 204 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 306 p.

EPSTEIN, E.;BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas**. 2ª.ed. Londrina: Editora Planta, 2006. 401 p.

FARIA, L. M. V de.; GOMES, M. B.; SILVA, T. R da.; Resposta morfológica do rabanete à aplicação de diferentes doses de silício na linha de semeadura. **Revista Eletrônica Interdisciplinar**, Barra do Garças, MT, v. 2, n. 10, p 121 – 128, 2013. Disponível em: <http://revista.univar.edu.br>. Acesso em: 10 jun. 2017.

FERNANDES, C. N. V. **Lâminas de irrigação, doses e formas de aplicação de nitrogênio e de potássio na cultura da abobrinha**. 2015. 95f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, Área de concentração: Irrigação e Drenagem, Fortaleza, 2015.

FERNANDES, C. N. V.; AZEVEDO, B. M. de; NASCIMENTO NETO, J. R.; VIANA, T. V. de A.; SOUSA, G. G. de. Irrigation and fertigation frequencies with nitrogen in the watermelon culture. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 73, n. 2, p. 106 – 112, 2014.

FERREIRA, R. L. F.; GALVÃO, R. D. O.; MIRANDA JUNIOR, E. B.; ARAÚJO NETO, S. E. D.; NEGREIROS, J. R.; PARMEJANI, R. S. Produção orgânica de rabanete em plantio direto sobre cobertura morta e viva. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 299 – 303, 2011.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura: Cultura e comercialização de hortaliças**. São Paulo: CERES, v. 2, p. 62 – 65.1982.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG: UFV, 2008. 421 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG: UFV, 3ª Ed, 2012. 421 p.

GOMES, K. R.; COSTA, F. R. B.; SOUSA, G. G. de ; SILVA, G. L. da.; VIANA, T. V. de A.; PAIVA, T. F. P. **Estresse salino em plantas de rabanete irrigadas em solo com biofertilizantes**. Congresso: II Inovagri International Meeting, Fortaleza, Brasil, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.12702/ii.inovagri.2014-a-548>. Acesso em: 22 maio. 2017.

KLAR, A. E. **Irrigação: frequência e quantidade de aplicação**. São Paulo: Nobel, 1991. 156p.

KLAR, A. E.; PUTTI, F. F.; GABRIEL FILHO, L. R. A.; SILVA JUNIOR, J. F. D.; CREMASCO, C. P. The effects of different irrigation depths on radish crops. **Irriga**, Botucatu, SP, v. 1, n. 1, p. 150 – 159, 2015.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.

LEITE, I.C. **Estudos ecológicos de Raphanus sativus L. cv. Crimson Giant no efeito do comportamento térmico do solo**. 1976. 122f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1976.

LIMA, F. A. et al. Irrigação da Cultura do Gergelim em Solo Com Biofertilizante Bovino. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada (RBAI)**, Fortaleza, CE, v.7, nº. 2, p. 102 – 111, 2013. ISSN 1982-7679 (On-line) Fortaleza, CE.

LINHARES, P. C. F.; PEREIRA, M. F. S.; OLIVEIRA, B. S.; HENRIQUES, G.P.S.A.; MARACAJÁ, P. B. Produtividade de Rabanete em Sistema Orgânico de Produção. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentavel**, Mossoró, RN, v 5: p 94 – 101, 2010.

LOPES, F.F.M.; LIMA, R.L.S.; ALBUQUERQUE, C.; SILVA, M.I.L. E BELTRÃO, N.E.M. **Uso fertilizante de cinza vegetal e lodo de esgoto para a produção do algodoeiro cv. Rubi**. Parte 1 Variáveis de crescimento. V Congresso Brasileiro de Algodão, 2005.

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

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. Adubos e adubações: adubos minerais e orgânicos, interpretação da análise do solo e prática da adubação. **São Paulo: Nobel**, 2002. 200 p.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e práticas**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 318 p.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. de. C.; SILVA, H. R. da. Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água aspectos do sistema e método prático de manejo. 2ª ed. rev. atual. ampl. - Brasília. DF: **Embrapa Informação Tecnológica**. 2008. 150 p.

MEDEIROS, D. C.; LIMA, B. A. B.; BARBOSA, M. R.; ANJOS, R. S. B.; BORGES, R. D.; CAVALCANTE NETO, J. G.; MARQUES L. F. Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v 25, n. 3, p 433 – 436, 2007.

MELO, G. M. P., MELO, V. P., MELO, W. J. **Compostagem**. Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007. 10p. Disponível em: <http://www.ambientenet.eng.br/textos/compostagem.pdf>. Acesso em: 08 de agos. 2016.

MESQUITA, J. B. R. de.; AZEVEDO, B. M. de.; CAMPELO, A. R.; FERNANDES, C. N. V.; VIANA, T. V. A. Crescimento e produtividade da cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.) sob diferentes níveis de irrigação. **Irriga**, Botucatu, SP, v. 18, n. 2, p. 364 – 375, 2013.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS, 2007. 1017 p.

NUNES, J. A. S.; BONFIM-SILVA, E. M.; MOREIRA, J. C. F. Produção de rabanete submetido à adubação fosfatada. **Revista Cerrado Agrociências**. Patos de Minas, UNIPAM, n 5, p 33 – 44, nov. 2014.

PEDÓ, T.; AUMONDE, T. Z.; MARTINAZZO, E. G.; VILLELA, F. A.; LOPES, N. F.; MAUCH, C. R. Análise de crescimento de plantas de rabanete submetidas a doses de adubação nitrogenada. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 30, n. 1, p 1– 7, 2014.

PENTEADO, S. R. **Adubação na agricultura ecológica: cálculo e recomendação numa abordagem simplificada**. Campinas: Ed. do Autor, 2007. 168 p.

PENTEADO, S. R. **Manejo da Água e Irrigação Aproveitando a Água em Pequenas Propriedades**, 2ª ed. via orgânica 2010. 210 p.

PEREIRA, E. D.; MARINHO, A. B.; DIAS, C. N.; ARRUDA, R. Da S.; SILVA, M. J. P. Produtividade e qualidade dos frutos de rabanete em função de diferentes lâminas de irrigação e doses de biofertilizante. **XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014**, Centro de Convenções “Arquiteto Rubens Gil de Camillo”- Campo Grande – MS.

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

PRADO, R.M. (2008) - **Nutrição de plantas**. São Paulo, editora UNESP. 407p.

PRATES, F. B. de. S.; LUCAS, C. dos. S. G.; SAMPAIO, R. A.; BRANDÃO JÚNIOR, D. da. S.; FERNANDES, L. A.; ZUBA JUNIO, G. R. Crescimento de mudas de pinhão-mansão em

resposta a adubação com superfosfato simples e pó-de-rocha. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v. 43, n. 2, p 207 – 213, 2012.

QUEIROZ LUZ, J. M.; QUEIROZ, A. A.; BORGES, M.; OLIVEIRA, R. C.; LEITE, S. S.; CARDOSO, R. R. Influence of phosphate fertilization on phosphorus levels in foliage and tuber yield of the potato cv. Ágata. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 2, p 649 – 656, 2013.

QUEIROZ, T. B.; TORRES, W. G. A.; BARROS, R. E.; PARREIRAS, N. de S.; MARTINS, E. R.; COLEN, F. Produtividade de rabanete cultivado sob doses de biofertilizante suíno. VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE. **Anais Cadernos de Agroecologia** – ISSN 2236-7934 – Vol 6, No. 2, Dez 2011.

RODRIGUES, R. R.; PIZETTA, S. C; TEIXEIRA, A. das G.; REIS, E. F dos.; HOTT, M. de O. Produção de rabanete em diferentes disponibilidades de água no solo. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 2122, 2013.

SANTOS, C. C. dos. **Cinza vegetal como corretivo e fertilizante para os capins Marandu e Xaraés**. 2012. 127f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, 2012.

SANTOS, J. L.; FERNANDES, C. D. A.; OLIVEIRA, L. S.; JESUS, C. M. D.; PORTO, J. S., REBOUÇAS, T. N. Use of mulches and their effects on the radish crop. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 11, p. 955 – 959, 2016.

SCHUSTER, M. Z.; KAWAKAMI, J.; BROETTO, D.; SZYMCZAK, L. S.; RAMALHO, K. R de. O. Influência do fotoperíodo e da intensidade de radiação solar no crescimento e produção de tubérculos de rabanete. **Applied Research & Agrotechnology**, Guarapuava, PR, v. 5, n. 2, p. 73 – 86, 2012.

SILVA, F. L. B; LACERDA, C. F; SOUSA, G. G; NEVES, A. L. R; SILVA, G. L; SOUSA, C. H. C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.4, p.383 – 389, 2011.

SOUSA, G. G.; LACERDA, C. F.; CAVALCANTE, L. F.; GUIMARAES, F. V. A.; BEZERRA, M. E. J.; SILVA, G. L. Nutrição mineral e extração de nutrientes de planta de milho irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.11, p.1143 – 1151, 2010.

SOUSA, G. G de.; RODRIGUES, V. dos S.; VIANA, T. V. de A.; SOUSA, G. L de.; NETO, M. D. O. R.; AZEVEDO, B. M de. Irrigação com água salobra na cultura do rabanete em solo com fertilizantes orgânicos. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada (RBAI)**, Fortaleza, CE, v. 10, n. 6, p. 1065 – 1074, 2016.

SOUZA, G. P.; LIMA, L. G. F.; BORGES, I. A.; BENETT, C. G. S.; BENETT, K. S. S. Manejo da adubação potássica para a cultura do rabanete. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 2, n. 4, p. 60 – 64, out./dez. 2015.

SOUZA, G. P.; LIMA, L. G. F.; BORGES, I. A.; BENETT, C. G. S.; BENETT, K. S. S. Manejo da adubação potássica para a cultura do rabanete. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 2, n. 4, p. 60 – 64, out./dez. 2015.

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”. **Perspectiva**, Erechim, RS, v. 35, n.131, p. 99 – 107. 2011.

SUGASTI, J. B.; JUNQUEIRA, A. M. R.; SABOYA, P. A. Consórcio de rabanete, alface e quiabo e seu efeito sobre as características agrônômicas das culturas, produção e índice de equivalência de área. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v. 8, n. 2, p. 214 – 225, 2013.

VIANA, T. V. de A.; AZEVEDO, B. M. de. **Meteorologia e climatologia agrícolas**. Fortaleza: UFC, 2008. 194 p. (Apostila).

VILLELA JUNIOR, L. V. E.; ARAÚJO, J. A. C.; FACTOR, T. L. Comportamento do meloeiro em cultivo sem solo com a utilização de biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 153 – 157, abr.-jun 2003.

VOUNDINKANA, J. C.; DEMEYER, A.; VERLOO, M. G. Availability of nutrients in wood ash amended tropical acid soils. **Environmental Technology**, London, v.19, p.1213 – 1221, 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.