



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS

KETYLEN VIEIRA SANTOS

**IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO NO CULTIVO DA CEBOLA EM
AMBIENTE PROTEGIDO UTILIZANDO DADOS METEOROLÓGICOS
EXTERNOS**

SÃO CRISTÓVÃO - SE

2022

KETYLEN VIEIRA SANTOS

**IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO NO CULTIVO DA CEBOLA EM
AMBIENTE PROTEGIDO UTILIZANDO DADOS METEOROLÓGICOS
EXTERNOS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos (PRORH) como um dos requisitos para obtenção do título de Mestra em Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Rodrigues Gomes Filho

SÃO CRISTÓVÃO – SE

2022

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Santos, Ketylen Vieira
S237i Irrigação e adubação no cultivo da cebola em ambiente
protegido utilizando dados meteorológicos externos / Ketylen
Vieira Santos ; orientador Raimundo Rodrigues Gomes Filho. –
São Cristóvão, SE, 2022.
69 f. : il.

Dissertação (mestrado em Recursos Hídricos) – Universidade
Federal de Sergipe, 2022.

1. Recursos hídricos. 2. Irrigação agrícola – Sergipe. 3. Cebola
– Meios de cultivo. 4. Adubação verde. 5. Plantas – Efeito do
potássio. 6. Evapotranspiração. 7. Produtividade agrícola. I. Gomes
Filho, Raimundo Rodrigues, orient. II. Título.

CDU 556.18:631.674.6(813.7)

KETYLEN VIEIRA SANTOS

**IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO NO CULTIVO DA CEBOLA EM
AMBIENTE PROTEGIDO UTILIZANDO DADOS METEOROLÓGICOS
EXTERNOS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos (PRORH) como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Hídricos.

APROVADA: 10 de fevereiro de 2022

Documento assinado digitalmente
 RAIMUNDO RODRIGUES GOMES FILHO
Data: 20/06/2022 13:05:41-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof. Dr. Raimundo Rodrigues Gomes Filho
Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos

Documento assinado digitalmente
 CLAYTON MOURA DE CARVALHO
Data: 20/06/2022 13:49:17-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof. Dr. Clayton Moura de Carvalho
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - IF Baiano

Documento assinado digitalmente
 GREGÓRIO GUIRADA FACCIOLI
Data: 20/06/2022 13:29:27-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof. Dr. Gregório Guirado Faccioli
Universidade Federal de Sergipe – UFS

São Cristóvão – SE

2022

RESUMO

A cebola (*Allium cepa* L.) é um dos alimentos mais consumidos mundialmente e se sobressai entre as demais hortaliças devido ao seu alto potencial produtivo, de consumo e importância financeira. Uma técnica bastante utilizada no cultivo da cebola é a irrigação, principalmente no nordeste brasileiro, devido às características climáticas, relevo, umidade do ar. Aliada a irrigação, a adubação é outra técnica de suma importância, dentre os nutrientes exigidos pela cultura destacam-se o nitrogênio (N), que apresenta maior influência na sua produção, e o potássio (K), responsável por diversas reações fotossintéticas. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o comportamento da cebola Vale Ouro IPA-11 quando submetida a diferentes métodos de estimativa de lâminas de irrigação, utilizando dados meteorológicos coletados fora da área experimental, além de avaliar o desempenho da cultura nos diferentes parcelamentos de adubação de cobertura. O experimento foi realizado em ambiente protegido do Departamento de Engenharia Agrônômica (DEA), localizado na Universidade Federal de Sergipe (UFS) e conduzido por delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial de 5 x 4, constituídos de 5 métodos de estimativa de lâmina de irrigação (Penman-Monteith, Hargreaves-Samani, Camargo, Jensen-Haise e Blaney-Criddle) e diferentes parcelamentos da adubação de cobertura abrangendo 15, 30, 45, 60 após o transplântio, totalizando 20 tratamentos e 4 repetições. Após a colheita foram avaliados: produtividade total e comercial dos bulbos, massa média dos bulbos comerciais, eficiência no uso da água para produtividade total e comercial, determinação do pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável total, relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável. Os parcelamentos da adubação de cobertura foram estatisticamente insignificantes em todas as variáveis analisadas. Os métodos de estimativa das lâminas de irrigação e o parcelamento da adubação de cobertura não influenciaram as características qualitativas dos bulbos para a cultivar Vale Ouro IPA - 11. O tratamento L3 (método de Blaney-Criddle) apresentou o melhor desempenho, sendo responsável pelas maiores taxas de produtividade total de bulbos, eficiência do uso da água para a produtividade total e comercial e a maior massa média dos bulbos comerciais. Todos os tratamentos obtiveram bons resultados diante os parâmetros analisados, conforme recomendado pela literatura, sendo boas alternativas para as condições estabelecidas.

Palavras-chave: *Allium cepa* L., evapotranspiração da cultura, adubação nitrogenada, adubação potássica.

ABSTRACT

Onion (*Allium cepa* L.) is one of the most consumed foods and stands out among other vegetables due to its high productive potential, consumption and importance. A technique widely used in onion cultivation is irrigation, mainly in northeastern Brazil, due to climatic characteristics, relief, and air humidity. Combined with irrigation, fertilization is another technique of paramount importance, among the requirements needed by the crop, attention (N) stands out, which has the greatest influence on its production, and potential (K), responsible for several photosynthetic reactions. Since the objective of the study was evaluated, the behavior of the present study was evaluated, the behavior of the study was evaluated, the study of evaluation of the behavior of the evaluation area, using meteorological data, in addition to evaluating the performance of the culture in the different fertilization of roof. DEA at Universidade Federal (UFS) was tested and programmed in blocks, experimental design protected in a factorial scheme of 5 irrigation depth planning methods (Penman-Monteith, Hargreaves-Samani, Camargo, Jensen-Haise and Blannet-Criddle) and different installments of topdressing fertilization covering 15, 30, 45, 60 after transplanting, totaling 20 treatments and 4 measures. After harvest, the following were obtained: total and commercial yield of bulbs, commercial mass of bulbs, non-average water efficiency for total yield and average water use for total yield and pH utilization, solid solids for such, salable solid titration for all solids/total titratable marketable . The top-dressing fertilization installments were statistically insignificant in all variables. The methods of evaluation of the execution blades and the splitting of the execution of the mechanisms do not interfere in the performance for resources of the best cultivar Vale Ouro IPA - 0, being responsible for the execution of the bulbs. of total bulb productivity, commercial water use efficiency for total and commercial productivity and the highest average bulb mass. All treatments provided are considered good results, being recommended by the literature, being alternatives according to the predicted conditions.

Keywords: *Allium cepa* L., crop evapotranspiration, nitrogen fertilization, potassium fertilization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Ambiente protegido do DEA	22
Figura 2 - Esquema de montagem do experimento no ambiente protegido.	25
Figura 3 - (A) Peneira e homogeneização do substrato. (B) Substrato posto no vaso.	27
Figura 4 - (A) e (B) Semeadura. (C) Mudas com 19 dias após a semeadura.	28
Figura 5 - (A) Mudas com 45 DAT. (B) Bulbo após a cura.....	29
Figura 7 - (A) Pesagem dos bulbos. (B) Medição do diâmetro transversal.	31
Figura 8 - (A) Amostra de cebola triturada e pesada; (B) Execução do teste de pH da cebola	32
Figura 9 - Refratômetro digital utilizado na análise.	33
Figura 10 – (A) Equipamento titulométrico. (B) Execução da titulação da cebola.	34
Figura 11 - Temperaturas médias, máximas e mínimas diárias externas do período de aplicação das lâminas de irrigação.	35
Figura 12 - Umidade relativa máxima, média e mínima diária para período de aplicação das lâminas.....	37
Figura 13 - Produtividade total de bulbos em função da lâmina de irrigação total aplicada. .	46
Figura 14 - Eficiência no uso da água para produtividade total de bulbos em função das lâminas de irrigação total aplicada.	48
Figura 15 - Eficiência no uso da água para produtividade total de bulbos comerciais em função das lâminas de irrigação total aplicada.	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos adotados no experimento.....	23
Tabela 2 - Esquema da adubação e parcelamento das doses ao longo do ciclo.	28
Tabela 3 - Lâminas de irrigação total (mm) e capacidade total equivalente (L) por tratamento.	38
Tabela 4 - Resumo da análise de variância para parâmetros potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis totais (SS), acidez total titulável (ATT) e a eficiência do uso da água para produtividade total (EU _{Apt}) e comercial (EU _{Ac}), em função das lâminas de irrigação baseada nas E _{Tc} calculadas pelos métodos de Penman-Monteith, Hargreaves-Samani, Camargo, Jensen-Haise e Blanney-Criddle e diferentes parcelamentos de adubação de cobertura.	39
Tabela 5 - Resumo da análise de variância para a produtividade total dos bulbos (PTB), produtividade comercial (PCB) e massa média dos bulbos comerciais (MMBC), em função das lâminas de irrigação baseada nas E _{Tc} calculadas pelos métodos de Penman-Monteith, Hargreaves-Samani, Camargo, Jensen-Haise e Blanney-Criddle e diferentes parcelamentos de adubação de cobertura.	43
Tabela 6 - Produtividade total e comercial em função da lâmina de irrigação.....	45
Tabela 7 - Resumo da análise de variância para a eficiência do uso da água para a produtividade total (EU _{Apt}) e comercial (EU _{Ac}), em função das lâminas de irrigação baseada nas E _{Tc} calculadas pelos métodos de Penman-Monteith, Hargreaves-Samani, Camargo, Jensen-Haise e Blanney-Criddle e diferentes parcelamentos de adubação de cobertura.	47
Tabela 8 - EU _{Apt} e EU _{Ac} em função da lâmina de irrigação e produtividade.....	47

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	ASPECTOS DO CULTIVO DA CEBOLA	10
2.2	NECESSIDADES HÍDRICAS DA CEBOLA	12
2.3	RESPOSTA DA CEBOLA À ADUBAÇÃO	13
2.4	MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO	15
2.4.1	Método de Penman-Monteith	16
2.4.2	Método de Hargreaves-Samani	17
2.4.3	Método de Camargo	18
2.4.4	Método de Blaney-Criddle	18
2.4.5	Método de Jensen-Haise	19
2.5	MANEJO DE IRRIGAÇÃO E EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA	19
3	MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	22
3.2	CARACTERIZAÇÃO DOS TRATAMENTOS	23
3.3	MANEJO DA IRRIGAÇÃO	25
3.4	PREPARO DO SUBSTRATO	26
3.5	SEMEADURA, TRANSPLANTIO E COLHEITA	28
3.6	CONTROLE FITOSSANITÁRIO	30
3.7	ANÁLISE DE VARIÁVEIS PÓS-COLHEITA	30
3.7.1	Produtividade total de bulbos (PTB)	30
3.7.2	Produtividade comercial de bulbos (PBC)	31
3.7.3	Massa média de bulbos (MMBC)	31
3.7.4	Eficiência do uso da água (EUA)	31
3.7.5	Potencial Hidrogeniônico (pH)	32

3.7.6	Sólidos solúveis totais (SS)	33
3.7.7	Acidez total titulável (ATT)	33
3.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1	FATORES METEOROLÓGICOS EXTERNOS AO AMBIENTE PROTEGIDO	35
4.1.1	Temperatura	35
4.1.2	Umidade Relativa do ar	36
4.2	LÂMINA DE IRRIGAÇÃO APLICADA NO EXPERIMENTO	37
4.3	QUALIDADE DOS BULBOS	39
4.4	PRODUTIVIDADE DOS BULBOS	43
4.5	EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA (EUA)	47
5	CONCLUSÕES	51
	REFERÊNCIAS	52
	ANEXO A – ANÁLISE DE SOLO	65

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a cebola (*Allium cepa* L) destaca-se como a terceira hortalica mais importante do país, atrás somente da batata e do tomate, sendo relevante tanto em escala produtiva quanto em importância econômica. Seu plantio começou há mais de 5.000 anos na região do Irã, Afeganistão e antiga União Soviética. No território brasileiro foi inserida pelos imigrantes provenientes da região de Açores, inicialmente no estado do Rio Grande do Sul (DOTTO, 2020).

Uma técnica bastante utilizada no cultivo da cebola é a irrigação, principalmente no nordeste brasileiro, devido às irregularidades das precipitações. Porém é necessária realizá-la de forma adequada e para isso convém aplicar metodologias, que na maioria das vezes, não são aplicadas pelo produtor. Entre as metodologias, destaca-se estimar a lâmina de irrigação em função da evapotranspiração da cultura (ET_c), onde a mesma é obtida em função da evapotranspiração de referência (ET_o) e do coeficiente de cultura (k_c) (ALLEN *et al.*, 2006).

O método empírico de estimativa da ET_o considerado padrão pelo boletim Irrigação e Drenagem nº 56 da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) é o de Penman-Monteith e este, pode ser estimado por métodos empíricos, todos em função de dados meteorológicos (ALLEN *et al.*, 1998). Todavia, em virtude da variação climática de uma região para outra, esses dados meteorológicos podem sofrer alterações e, dessa forma, ocasionar a subestimação ou superestimação do consumo hídrico necessário para a cultura (CARVALHO *et al.*, 2006; LOZANO *et al.*, 2017).

Os métodos empíricos de Hargreaves-Samani (HARGREAVES; SAMANI, 1985), Camargo (CAMARGO, 1971), Jensen-Haise (JENSEN E HEISE, 1963) e Blaney-Criddle (BLANEY E CRIDDLE, 1950) exigem uma menor quantidade de informações meteorológicas para sua estimativa. Tais métodos podem gerar resultados de lâminas de irrigação em ambiente protegido mais satisfatórios, pois não necessitam de informações climáticas que sofrem alterações dentro do ambiente protegido, como velocidade do vento (GOMES *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Aliada a irrigação, a adubação é outra técnica de suma importância para as culturas, quando realizada no momento certo e aplicada na quantidade correta (BAPTISTINI *et al.*, 2018). Dentre os nutrientes exigidos pela cultura destacam-se o nitrogênio (N), que apresenta

maior influência na sua produção, e o potássio (K), responsável por diversas reações fotossintéticas (RESENDE, COSTA, YURI, 2016).

Diversos autores têm estudado doses desses nutrientes aplicadas no cultivo da cebola (RODRIGUES *et al.*, 2015; RESENDE, COSTA, YUTI, 2016; MENEZES JÚNIOR, KURTZ, 2016; BAPTESTINI *et al.*, 2018; GONÇALVES *et al.*, 2019), porém não foram encontrados trabalhos envolvendo lâminas de irrigação e parcelamento das adubações de cobertura, nitrogenada e potássica, ao longo do ciclo da cultura.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o comportamento da cebola Vale Ouro IPA-11 quando submetida a diferentes métodos de estimativa de lâminas de irrigação, além de avaliar o desempenho da cultura nos diferentes parcelamentos de adubação de cobertura, levando em consideração a eficiência do uso hídrico, produtividade e qualidade dos bulbos de cebola dentro do ambiente protegido utilizando dados meteorológicos externos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ASPECTOS DO CULTIVO DA CEBOLA

A cebola (*Allium cepa* L.) é um dos alimentos mais consumidos mundialmente e se sobressai entre as demais hortaliças devido ao seu alto potencial produtivo, de consumo e importância financeira. De acordo com dados estatísticos da FAO, em 2019, China e Índia lideraram o ranking de maiores produtores mundiais de cebola, correspondendo ao total de, aproximadamente, 47 milhões de toneladas, seguidos de Estados Unidos, Egito, Turquia e Paquistão. Em 2020, o Brasil ocupou a 10ª colocação mundial, com 1.495.618 toneladas na safra de 2020 e 47.487 hectares de área cultivada. A Região Sul foi responsável por, em média, 43% da produção e o maior produtor estadual foi Santa Catarina com 28,1% da produção nacional (IBGE, 2021).

Segundo Henriques *et al.* (2014), devido à suas características climáticas, relevo, umidade do ar e de precipitação pluvial, o Nordeste do Brasil, proporciona grandes benefícios em relação às outras regiões do país, também produtoras de cebola, uma vez que admite o cultivo ao longo de todo o ano, destacando-se o Vale do São Francisco (IBGE, 2020), principalmente nas regiões dos Estados de Pernambuco e Bahia, as quais o Vale está situado, e fora dele, o município de Irecê, localizado em território baiano (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

Por conta da grande influência da cebola na agricultura, é relevante que aprofundem estudos técnicos que ofereçam ao agricultor uma maior escala produtiva utilizando menos tempo e recursos financeiros para que a produção agrícola atinja sua eficiência máxima. Dessas, Dotto (2020) cita a semeadura na profundidade adequada, a seleção de cultivares que promovam um bom desenvolvimento e o tipo de manejo de solo adequado para cada cultura.

Além do manejo de solo, a temperatura e o fotoperíodo são parâmetros climáticos primordiais para o progresso da hortaliza, preparando a construção e a evolução do bulbo e da porção superior da planta. A cebola é uma hortaliza que necessita que o tempo de exposição à luz seja progressivo para que haja estímulo do bulbo. Quando a quantidade mínima de luz exigida pela hortaliza é superada, existirá um estímulo de hormônios para iniciar a produção do bulbo, caso isso não ocorra, não haverá bulbificação (MATSUNAGA, 2019).

A temperatura atua, principalmente, no crescimento da cebola, que vai da emergência das plântulas até o desenvolvimento total das folhas, já que muitas atividades fisiológicas e bioquímicas acontecem de 0 a 40 °C (OLIVEIRA, 2018). Se na etapa inicial do seu desenvolvimento as temperaturas forem superiores a 35 °C, poderá ocorrer a bulbificação prematura não desejada, temperaturas menores que 10 °C poderá provocar o florescimento precoce, o que é inoportuno quando o objetivo é produzir bulbos com finalidade comercial (RESENDE *et al.*, 2007; OLIVEIRA, 2018).

O ciclo produtivo da cebola pode ser classificado de acordo com a exigência de luminosidade mínima para que haja bulbificação em: ciclo de dias curtos caracterizado por apresentar o fotoperíodo de 11 a 12 horas; o ciclo intermediário possui fotoperíodo de 12 a 14 horas e o ciclo longo que apresenta um fotoperíodo superior a 14 horas (EMBRAPA, 2017).

A cebola também pode ser classificada levando em consideração seu ciclo biológico: o ciclo precoce e superprecoce, a cultura chega à maturação em menos de 170 dias, o ciclo médio em até 200 dias e o ciclo tardio, onde seu período de desenvolvimento é maior que as classes anteriormente citadas (FILGUEIRA, 2013; OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Tão importante quanto o fotoperíodo e a temperatura, a aplicação ideal de nutrientes, demanda hídrica e espaçamento entre plantas, segundo Kishor *et al.* (2017), são essenciais para bom desenvolvimento da cultivar. Um maior rendimento pode ser alcançado quando há um aumento na densidade de plantas numa determinada área de cultivo, uma vez que controlar o espaçamento entre plantas permite um melhor monitoramento da forma, dimensão e produtividade do bulbo.

A preocupação com hábitos alimentares mais saudáveis e a busca da longevidade, nas últimas décadas, também são responsáveis pelo crescente aumento no consumo de hortaliças. Botrel e Oliveira (2012) citam que a cebola (*Allium cepa* L.) possui grande quantidade de substâncias fitoquímicas com efeito nutracêutica, como por exemplo os organossulfurados e flavonoides, as quais podem tratar e prevenir doenças como hipertensão, câncer, diabetes e enfermidades cardiovasculares. A pungência, aroma e sabor, características marcantes desta cultura, são decorrentes da ação dos elementos organossulfurados. A quercetina é o flavonoide mais presente na cebola e pode variar conforme seu tamanho, coloração dos bulbos e como foi o tratamento da espécie no pós-colheita.

Várias são as cultivares desenvolvidas em território brasileiro entre elas, tem-se a Vale Ouro IPA-11, originada pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA juntamente com a Embrapa Semiárido. A Vale Ouro IPA-11 é caracterizada por apresentar casca fina, pungência elevada, bulbos de cor amarela e com forma globular-alongada de conformação simétrica (COSTA e RESENDE, 2007). É classificada como cultivar de dias curtos, maturação superprecoce, em torno de 110 a 150 dias, bastante relevante na região nordeste do Brasil, onde a melhor época para sua semeadura acontece entre os meses de janeiro e julho (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Segundo Bettoni *et al.* (2013), a IPA-11 apresenta elevada resistência a algumas doenças comuns na cebola, além de maior tolerância a temperaturas mais altas que as cultivares desenvolvidas para as regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste.

2.2 NECESSIDADES HÍDRICAS DA CEBOLA

Em virtude da sensibilidade à insuficiência de água, a cebola carece de uma demanda hídrica mínima no solo e regas periódicas para garantir uma boa evolução da cultura (BISPO *et al.*, 2017). Estudos têm apontado que a produtividade de bulbos é correspondente ao nível hídrico empregado no plantio.

Conforme Carvalho *et al.* (2017), a irrigação é uma técnica necessária para que ocorra uma elevada produção, conseqüentemente, viabilizando o ganho de bulbos mais regulares e com melhores atributos, além disso, permite que outros ciclos aconteçam dentro do mesmo ano. Mesmo com essa sujeição, são poucos dados factuais a respeito da carência de água da cebola, para que o manejo de irrigação seja custeado a fim de alcançar maiores produtividades (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Segundo Marouelli *et al.* (2005) a demanda de água necessária para a planta está relacionada com as circunstâncias climáticas e do ciclo da cultura, oscilando de 350 a 650 mm. Os autores também citam que à medida que a planta vai crescendo, a necessidade hídrica vai aumentando proporcionalmente, chegando ao seu maior nível no período de bulbificação e reduzida no período de maturação.

O déficit hídrico, principalmente no período que o bulbo cresce ligeiramente, minimiza radicalmente a produtividade e dimensões dele. Quando o solo permanece úmido constantemente, sem abundância, há uma maior eficiência no crescimento radicular, conseqüentemente um melhor desenvolvimento do bulbo.

É importante monitorar as camadas superficiais do solo para que mantenha uma umidade mínima que impulse o crescimento radicular e viabilize o fornecimento hídrico que a planta necessita. Oliveira (2018) cita que o manejo da irrigação, realizado de forma eficiente, contribui fortemente para uma maior produtividade e ressalta que quando o nível hídrico está inferior ao nível da capacidade de campo poderá ocorrer uma produção final mais restrita ou impossibilitar o desenvolvimento da cultura.

2.3 RESPOSTA DA CEBOLA À ADUBAÇÃO

O cultivo da cebola, normalmente, expressa uma ótima resposta quando referente à aplicabilidade de nitrogênio. A adição desse nutriente menor que as necessidades da cebola restringe expressivamente a evolução da cultura. Contudo, a demasia de nitrogênio pode prejudicar sua vitalidade, as características dos bulbos e pode aumentar o desperdício de bulbos na colheita e pós-colheita (MALAVOLTA, 2006; KURTZ *et al.*, 2012; FILGUEIRA, 2013; HIGASHIKAWA e MENEZES JÚNIOR, 2017).

No campo, o nitrogênio disponível para o plantio é afetado por diferentes maneiras, mas não é influenciado por efeitos da aplicação de adubos minerais anteriormente utilizados. Algumas reações como mineralização, imobilização e lixiviação sobressaem-se dentre as demais, por afetar o nitrogênio disponível no solo. Nos períodos que ocorrem elevados índices pluviométricos, em solos argilosos, a lixiviação também é alta, por esse motivo é importante fracionar a aplicação de adubos a base de nitrogênio e que sejam aplicados de forma parcelada (ERNANI, 2016).

As orientações técnicas para aplicabilidade de adubos nitrogenados no plantio da cebola variam em cada estado brasileiro. A quantidade de nitrogênio aplicado, que normalmente garante uma maior produtividade, gira em torno de 100 e 200 kg ha⁻¹

(RESENDE e COSTA, 2009; KURTZ *et al.*, 2012; KUTZ *et al.*, 2013). Segundo Factor *et al.* (2018), para o estado de Minas Gerais o recomendado é de 120 kg ha⁻¹, já em Pernambuco é de 150 kg ha⁻¹. Em São Paulo, a quantidade de fertilizante nitrogenado recomendado gira em torno de 80 a 120 kg ha⁻¹ no modo de transplântio de mudas e de 80 a 160 kg ha⁻¹ no plantio direto.

Segundo Kurtz *et al.* (2018), a restrição nas análises de solo é um ponto desfavorável na escolha da demanda de nitrogênio que será disponibilizada para a planta, sendo que sua necessidade pode variar de acordo com seus estados edafoclimáticos, que atuam na mineralização e na lixiviação. Os estudos referentes à oferta de nitrogênio no solo oferecem poucas informações para um parecer sobre a aplicação ou não de adubos nitrogenados.

Na planta, o nitrogênio é um macronutriente que está disponibilizado de modo orgânico, fazendo parte da composição de proteínas e aminoácidos, ácidos nucleicos e bases nitrogenadas, coenzimas e enzimas, clorofila, lipoproteínas, influenciando a respiração, absorção iônica, multiplicação de células (GONÇALVES, 2018) sendo primordial para elevar o potencial de produção agrícola (FILGUEIRA, 2013). Geralmente, a quantidade de material orgânico depositado no solo, está totalmente relacionada ao resultado da adubação nitrogenada.

A cebola extrai grandes quantidades de potássio, porém não têm sido observadas respostas da cultura a este nutriente (FILGUEIRA, 2013). Porém, Resende, Costa e Yuri (2018), avaliando o efeito das doses de potássio (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹) na produtividade de duas cultivares de cebola, observaram que o aumento das doses de potássio provocou uma redução linear na produtividade não comercial.

Gonçalves *et al.* (2019), estudando o desempenho agrônômico e qualitativo de duas cultivares de cebola adensadas (IPA 11 e Rio das Antas) em função de sete doses de potássio (0, 70, 140, 210, 280, 350 e 420 kg ha⁻¹ de K₂O), observaram que as doses de potássio de 215 e 216 kg ha⁻¹ proporcionaram máximas produtividades total e comercial de bulbos, respectivamente.

2.4 MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO

A evapotranspiração é um parâmetro essencial para planejar e conduzir os sistemas de irrigação, uma vez que mede a quantidade de água que o solo e a cultura perdem para a atmosfera (OLIVEIRA *et al.*, 2017). Pavani (1985), Santiago *et al.* (2016) e Andrade *et al.* (2016) enfatizam o quanto é importante estimar a evapotranspiração, uma vez que esse parâmetro é indispensável na gestão do manejo hídrico de regiões irrigadas mesmo nos períodos mais secos, aumentando a chance de sucesso da produção agrícola, independente da época do cultivo.

Para Allen (1998), a finalidade da evapotranspiração de referência (ET_o) é estimar a disponibilidade da evapotranspiração atmosférica, desconsiderando a cultura trabalhada, fases de crescimento, manejos de solo e técnicas culturais, no intuito de facilitar a definição dos cálculos. A ET_o, estimada através do método de Penman-Monteith, foi estabelecida como um parâmetro que será aplicado sobre uma área de cultura presumida, que tem como características, albedo de 0,23, altura de 12 cm e resistência de superfície constante e igual a 70 s m⁻¹ (BERNARDO e MANTOVANI, 2019).

A aplicação de métodos empíricos simplificados que estimam a evapotranspiração de referência é bastante empregada, no entanto estes modelos podem apresentar falhas na sua precisão, pois, foram estabelecidos em ambientes e condições agroclimáticas distintos daqueles em que foram inicialmente desenvolvidos. Quando estes modelos empregados estão fora do padrão climático determinado pelo método original, falhas de exatidão são descritas (MEKASHA *et al.*, 2014; SILVA, 2019).

Quando a finalidade é obter um manejo de irrigação eficiente e uma adequada otimização do uso hídrico é importante a compreensão da evapotranspiração da cultura (ET_c), que é estimada através da multiplicação do coeficiente de cultura (K_c) pela evapotranspiração de referência (CARVALHO *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2019). Allen *et al.* (1998) ressaltam a importância de calibrar os K_c de acordo com o cenário climático a qual a cultura está exposta e orientam que os dados de K_c e do período dos estádios da cultura sejam determinados mediante conhecimento técnico e científico levando em consideração a região, situação climática, manejos de cultivo e cultura (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Devido à cobertura plástica do ambiente protegido ser difusa, o que reduz a incidência solar, além das condições de temperatura, da redução da ação dos ventos e da

umidade relativa do ar, a estimativa de evapotranspiração deste local é menor do que aquela que ocorre a céu. Por via de regra, a evapotranspiração dentro do ambiente protegido pode variar de 45 a 77% em relação ao meio externo (GUISELINI *et al.*, 2010; PIVETTA *et al.*, 2010; ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2011).

2.4.1 Método de Penman-Monteith

De acordo com Villa Nova (1987) e Allen (1998), a FAO, no ano de 1991, adotou a metodologia de Penman-Monteith como padrão para estimativa de evapotranspiração de referência em escala diária, utilizando grande variedade de dados meteorológicos os quais interferem diretamente na determinação da evapotranspiração, entre eles, destacam-se a precipitação, radiação solar, umidade relativa, velocidade dos ventos e a temperatura, fazendo com que sua aplicação seja reduzida devido à falta de dados climáticos.

Allen (1998) cita que em algumas circunstâncias, torna-se inviável a aplicação da equação de Penman-Monteith, devido à falta de um local onde são recolhidos dados para análise do tempo meteorológico no campo e ausência de instrumentos adequados. Portanto, para situações onde ocorra déficit de dados climáticos e inviabilize a aplicação desta equação, a FAO sugere que dados de estações meteorológicas próximas sejam utilizados, desde que tenham condições climáticas iguais ou que estas informações sejam determinadas baseadas em dados de temperaturas mínima e máxima.

O modelo de equação desenvolvido por Penman-Monteith, indicado por Allen *et al.* (1998), apresenta a seguinte estrutura (Equação 1).

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

Onde, ET_o - Evapotranspiração de Referência (mm dia^{-1}); Rn - Radiação solar global (mm dia^{-1}); G - Fluxo de calor no solo ($\text{MJ. m}^2.\text{dia}^{-1}$); γ - Coeficiente psicrométrico ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$); e_a - Pressão real de vapor (kPa); T - Temperatura média ($^\circ\text{C}$); u_2 - Velocidade média do vento medida a 2 metros de altura (m s^{-1}); e_s - Pressão de vapor de saturação (kPa); Δ - Tangente à curva da pressão de saturação do vapor d'água ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$).

Estudos desenvolvidos em ambiente protegido, utilizando dados meteorológicos internos, mostraram que as lâminas de irrigação, encontradas pelo método de Penman-Monteith, foram subestimadas, e por conta da elevada necessidade hídrica da cebola, foi necessário realizar a irrigação com lâminas mais altas (FEITOSA, 2018).

2.4.2 Método de Hargreaves-Samani

Hargreaves e Samani (1985) propuseram um modelo (Equação 2), que exige informações de temperatura mínima, máxima e radiação solar. Durante o dia, dependendo da quantidade de nuvens existentes no céu, são ofertadas elevadas temperaturas permitindo a entrada de radiação solar, já a noite, as temperaturas são mais baixas e a incidência também é pequena (SILVA, 2019), nos dias nublados, a entrada de radiação tende a ser menor (ALLEN, 1998).

$$ET_o = 0,0023 \times Ra (T_{máx} - T_{mín})^{0,5} (17,8 + T) \quad (2)$$

em que, ET_o - Evapotranspiração de Referência (mm dia^{-1}); $T_{mín}$ - Temperatura mínima ($^{\circ}\text{C}$); $T_{máx}$ - Temperatura máxima ($^{\circ}\text{C}$); T - Temperatura média ($^{\circ}\text{C}$); Ra - Radiação solar no topo da atmosfera (mm dia^{-1}).

Para Silva (2019), a oscilação de temperaturas do ar pode sugerir o valor da radiação solar que foi atingido pela superfície da terra. Esse modelo tem uma tendência de maximizar a evapotranspiração de referência em climas úmidos e minimizá-la em situações de velocidade do vento elevada. A aplicação da equação de Hargreaves e Samani (1985) é uma escolha acessível para a avaliação da ET_o , no momento que não existem dados climáticos suficientes que satisfaçam o método de Penman-Monteith (LIMA JUNIOR, 2016).

2.5 Método de Camargo

Camargo (1971) desenvolveu um método para a estimativa da ETo (Equação 3) fundamentado na equação de Thornthwaite, empregando dados de temperatura. Pode ser considerada uma das estimativas de evapotranspiração de referência mais fáceis de ser utilizada, o que contribui de modo significativo para a agricultura local (SILVA, 2019).

$$ETo = 0,01 \times Ra \times T \times K \quad (3)$$

em que, ETo – Evapotranspiração de Referência (mm dia⁻¹); T- Temperatura média do ar (°C); Ra- Radiação solar no topo da atmosfera (mm dia⁻¹); K- fator de ajuste de Camargo.

2.5.1 Método de Blaney-Criddle

Em 1950, Blaney e Criddle desenvolveram uma fórmula no oeste dos Estados Unidos, na qual levam em consideração a temperatura média mensal e a porcentagem de horas de luz do dia por mês em relação ao total anual (Equação 4).

$$ETo = a + b \times [p \times (0,46 \times T + 8,13)] \quad (4)$$

em que, ETo – Evapotranspiração de Referência (mm dia⁻¹); T - Temperatura média (°C); *p* – Porcentagem do total de fotoperíodo médio diário mensal sobre o total de fotoperíodo anual; “*a*” e “*b*” são coeficientes de ajustes, obtidos pelas seguintes equações 5 e 6, respectivamente:

$$a = 0,0043 \times UR_{min} - \frac{n}{N} - 1,41 \quad (5)$$

em que, UR_{min} – Umidade relativa mínima (%); n/N – razão de insolação média mensal; Ud – velocidade média diurna do vento a 2 metros de altura (m s⁻¹).

$$b = a_1 + a_2 \times UR_{min} + a_3 \times \frac{n}{N} + a_4 \times Ud + a_5 \times UR_{min} \times \frac{n}{N} + a_6 \times UR_{min} \times Ud \quad (6)$$

Em que: a₁ = 0,81917; a₂ = - 0,0040922; a₃ = 1,0705; a₄ = 0,065649; a₅ = -0,0059684; a₆ = 0,0005967

2.5.2 Método de Jensen-Haise

A equação de estimativa da evapotranspiração de referência (Equação 7) elaborada por Jensen e Haise (1963) emprega apenas dados de temperatura e radiação solar, o que explica seu bom comportamento para o período seco e eficiente desempenho em regiões áridas e semi-áridas (SILVA, 2019).

$$ET_o = R_s (0,0252 \times T + 0,078) \quad (7)$$

Em que: ET_o – evapotranspiração de referência (mm dia^{-1}); R_s = Radiação solar global (mm d^{-1}) T = temperatura média mensal ($^{\circ}\text{C}$).

2.6 MANEJO DE IRRIGAÇÃO E EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA

De acordo com o panorama global, as temáticas que abordam assuntos envolvendo alterações climáticas são alvos de grandes debates mundiais nas últimas décadas. Como a demanda hídrica é um parâmetro primordial no crescimento do setor agrícola, a produção alimentar é um dos desafios mais árduos da contemporaneidade, por tal motivo há uma grande preocupação com a sua otimização (SACCON, 2018).

Segundo Conceição (2016), as técnicas de manejo de irrigação, que são usadas para disponibilizar água na agricultura, ocorrem através da interação da planta com as condições ambientais estreitamente ligadas ao conjunto água-solo-planta-atmosfera. O método de manejo de irrigação mais empregado é através do clima, pois facilita o alcance de informações e sua execução é de modo simplificado.

A resposta dessa interação caracteriza o estado hídrico da planta a partir dos seus aspectos físicos, especialmente na posição angular e pigmentação foliar, e nas características fisiológicas, como potencialidade osmótica e hídrica das folhas, resistência estomática, transpiração e temperatura das folhas do dossel. Sendo assim, a possibilidade de quantificar as características físicas e fisiológicas permite a elaboração e aplicação de metodologias voltadas

para o manejo de irrigação (BISPO *et al.*, 2017; CARVALHO, D. F.; OLIVEIRA, L. F. C., 2021).

Conforme Ribeiro *et al.* (2017), a agricultura irrigada apresenta maiores chances de sucesso em comparação a modalidade de sequeiro, o que pode ser justificado pelo controle da demanda hídrica empregada no cultivo, monitoramento do progresso da cultura, bem como sua avaliação de forma constante, cujas características são essenciais para uma eficiência no manejo de irrigação relevante que tragam máximos rendimentos econômicos. Além disso, possibilita a realização do cultivo ecologicamente mais correto, partindo do ponto de vista hídrico (CAMARGO, 2016).

Embora essa prática necessite de elevado consumo hídrico, a irrigação pode oferecer várias vantagens, entre elas, aumentar a produtividade de 2 a 3 vezes em comparação a plantações cultivadas em locais onde a pluviosidade é menor, reduzir as despesas unitárias, aumentar a utilização do solo aceitando até 3 colheitas anuais, efetuar fertirrigação, ampliar os lucros financeiros do produtor e estabelecer padrões de produtos na agricultura (ANA, 2017).

A irrigação realizada com deficiência de água diminui as chances do produtor agrícola atingir o resultado almejado. Contudo, o excesso de água também pode ser maléfico permitindo que aconteça a saturação do solo, evitando a aeração, provocando a lixiviação e acúmulo de sais minerais no solo, ainda sendo capaz de aumentar o lençol freático elevando as despesas com drenagem (CORREIA, ROCHA e RISSINO, 2016). Para Oliveira *et al.* (2019), a água em demasia pode causar danos ou prejuízos e ainda interferir no desenvolvimento da cultura, além disso aplicação inadequada da irrigação gera um aumento dos custos com energia elétrica.

O aumento da eficiência do uso da água na produção agrícola irrigada está diretamente ligado aos processos fotossintéticos vegetativos, uma vez que o desenvolvimento da planta está fortemente ligado ao fenômeno de transpiração, que é caracterizado pela absorção hídrica do solo e, posteriormente, liberação para o meio ambiente (COELHO, 2021). Coelho *et al.* (2019), analisando a demanda hídrica aplicada na irrigação por gotejamento no cultivo de cana-de-açúcar, concluíram que o experimento apresentou resultados lineares entre a transpiração da cultura e a produção de colmos.

Para Bispo *et al.* (2018), a escolha do momento adequado e da demanda de água aplicada é imprescindível para garantir uma boa eficiência hídrica no manejo de irrigação de

cultivares, evitando o estresse hídrico da cultura. Desse modo, o manejo da irrigação utilizando estações que disponibilizem dados climáticos e meteorológicos pode ser um instrumento decisivo pois facilita a obtenção de informações como também os ajustes de cada fase fenológica da planta. (ROP; KIPKORIR; TARAGON, 2016; BHATTI; SHARMA; KAKAR, 2019, MASSARANDUBA *et al.* 2022).

Diante do exposto, é imprescindível que a sociedade compreenda o quão é fundamental e imediato a racionalização dos recursos hídricos, além disso, quais os direitos e obrigações estabelecidas para cada indivíduo em prol da coletividade, tendo como objetivo a eficiência do seu uso. Diante do exposto, é extremamente relevante que métodos de irrigação tenham foco na produção agrícola sustentável nas dimensões social, ambiental e econômica para que resultados positivos sejam alcançados (BERNARDO, S.; SOUZA E. F.; MANTOVANI, E. C., 2021)

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado em ambiente protegido (Figura 1), localizado no Departamento de Engenharia Agrônômica (DEA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), Campus São Cristóvão, situado no município de São Cristóvão, Região Nordeste do Brasil e posicionado no setor leste do estado de Sergipe, situado nas coordenadas 10° 55' 45" S e 37° 06' 12" W e 8 m de altitude.

O município de São Cristóvão limita-se ao sul e oeste com o município de Itaporanga D'ajuda, a leste com Aracaju, capital do estado, ao norte com Nossa Senhora do Socorro. Apesar da UFS está situada nesse município, faz parte da região metropolitana de Aracaju, onde recebe importante influência da sede do estado.

Figura 1- Ambiente protegido do DEA



Fonte: Autoria própria (2021).

O solo utilizado no experimento foi oriundo da fazenda experimental do Centro de Ciências Agrárias e Aplicada da Universidade Federal de Sergipe (Campus Rural) localizado também no município de São Cristóvão, nas coordenadas 37° 11' 52" W, 10° 55' 22" S e 18

m de altitude. Caracterizado como Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico, textura franco-arenosa (EMBRAPA, 2018).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS TRATAMENTOS

O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados (DBC), em um esquema fatorial (5 x 4) com quatro repetições, envolvendo a combinação de cinco lâminas de irrigação, utilizando a estimativa da evapotranspiração de referência pelos métodos de Penman-Monteith, Hargreaves-Samani, Blaney-Criddle, Camargo e Jensen Haise, denominados como L1, L2, L3, L4 e L5, respectivamente; e quatro parcelamentos da adubação de cobertura, denominados como D1, D2, D3 e D4, os quais foram referentes à dose total recomendada para cebola irrigada cultivada no Estado de Sergipe, aplicadas em diferentes dias após o transplântio (DAT), sendo empregados em 2, 3 e 4 frações, variando de 15 a 60 DAT. Totalizando 20 tratamentos e 80 parcelas experimentais, conforme detalhado no Tabela 1 e Figura 2.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos adotados no experimento.

TRATAMENTOS	DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS
L₁D₁	Lâmina de irrigação igual à ET _c com ET _o estimada pelo método de Penman-Monteith (L ₁); Doses das adubações nitrogenada e potássica aplicadas aos 30 e 60 DAT (D ₁)
L₂D₁	Lâmina de irrigação igual à ET _c com ET _o estimada pelo método de Hargreaves e Samani (L ₂); Doses das adubações nitrogenada e potássica aplicadas aos 30 e 60 DAT (D ₁)
L₃D₁	Lâmina de irrigação igual à ET _c com ET _o estimada pelo método de Blaney-Criddle (L ₃); Doses das adubações nitrogenada e potássica aplicadas aos 30 e 60 DAT (D ₁)
L₄D₁	Lâmina de irrigação igual à ET _c com ET _o estimada pelo método de Camargo (L ₄); Doses das adubações nitrogenada e potássica aplicadas aos 30 e 60 DAT (D ₁)
L₅D₁	Lâmina de irrigação igual à ET _c com ET _o estimada pelo método de Jensen-Haise (L ₅); Doses das adubações nitrogenada e potássica aplicadas aos 30 e 60 DAT (D ₁)
L₁D₂	Lâmina de irrigação igual à ET _c com ET _o estimada pelo método de Penman-Monteith (L ₁); Doses das adubações nitrogenada e potássica aplicadas aos 45

	e 60 DAT (D ₂)
L₂D₂	Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Hargreaves e Samani (L ₂); Doses das adubações nitrogenada e potássica aplicadas aos 45 e 60 DAT (D ₂)
L₃D₂	Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Blaney-Criddle (L ₃); Doses das adubações nitrogenada e potássica aplicadas aos 45 e 60 DAT (D ₂)
L₄D₂	Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Camargo (L ₄); Doses das adubações nitrogenada e potássica aplicadas aos 45 e 60 DAT (D ₂)
L₅D₂	Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Jensen-Haise (L ₅); Doses das adubações nitrogenada e potássica aplicadas aos 45 e 60 DAT (D ₂)
L₁D₃	Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Penman-Monteith (L ₁); Doses das adubações nitrogenada e potássica aplicadas aos 30 45 e 60 DAT (D ₃)
L₂D₃	Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Hargreaves e Samani (L ₂); Doses das adubações nitrogenada e potássica aplicadas aos 30 45 e 60 DAT (D ₃)
L₃D₃	Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Blaney-Criddle (L ₃); Doses das adubações nitrogenada e potássica aplicadas aos 30 45 e 60 DAT (D ₃)
L₄D₃	Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Camargo (L ₄); Doses das adubações nitrogenada e potássica aplicadas aos 30 45 e 60 DAT (D ₃)
L₅D₃	Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Jensen-Haise (L ₅); Doses das adubações nitrogenada e potássica aplicadas aos 30, 45 e 60 DAT (D ₃)
L₁D₄	Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Penman-Monteith (L ₁); Doses das adubações nitrogenada e potássica aplicadas aos 15, 30, 45 e 60 DAT (D ₄)
L₂D₄	Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Hargreaves e Samani (L ₂); Doses das adubações nitrogenada e potássica aplicadas aos 15, 30, 45 e 60 DAT (D ₄)
L₃D₄	Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Blaney-Criddle (L ₃); Doses das adubações nitrogenada e potássica aplicadas aos 15, 30, 45 e 60 DAT (D ₄)
L₄D₄	Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Camargo (L ₄); Doses das adubações nitrogenada e potássica aplicadas aos 15, 30, 45 e 60 DAT (D ₄)
L₅D₄	Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Jensen-Haise (L ₅); Doses das adubações nitrogenada e potássica aplicadas aos 15, 30, 45 e 60 DAT (D ₄)

ETc = Evapotranspiração da cultura; ETo = Evapotranspiração de referência; DAT = dias após o transplântio.

Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 2 - Esquema de montagem do experimento no ambiente protegido.

BLOCO 1				
L4D4	L1D1	L5D1	L3D1	L5D2
L4D2	L2D3	L4D3	L3D3	L5D4
L3D2	L5D3	L2D2	L1D2	L3D4
L2D4	L4D1	L1D3	L2D1	L1D4
BLOCO 2				
L5D1	L4D3	L3D1	L4D2	L3D2
L1D3	L5D2	L2D1	L3D4	L3D3
L2D4	L5D3	L1D4	L5D4	L2D2
L1D1	L2D3	L4D4	L4D1	L1D2
BLOCO 3				
L2D3	L2D2	L3D2	L4D1	L5D2
L1D4	L3D3	L4D3	L2D1	L5D4
L1D1	L4D4	L1D3	L3D4	L1D2
L5D1	L3D1	L5D3	L4D2	L2D4
BLOCO 4				
L1D3	L5D3	L5D2	L3D3	L4D1
L5D4	L1D2	L1D4	L3D2	L4D3
L2D1	L2D3	L4D4	L2D2	L4D2
L3D4	L5D1	L2D4	L1D1	L3D1

Fonte: Autoria própria (2021).

3.3 MANEJO DA IRRIGAÇÃO

Os dados meteorológicos utilizados na estimativa da ETo diária foram obtidos através da estação meteorológica automática Aracaju-SE (A409) do Instituto de Meteorologia (INMET), localizada fora do ambiente protegido nas coordenadas -10.95° de latitude, -37.05° longitude e 3,72 m de altitude (INMET, 2021).

Posteriormente, a ETo foi multiplicada pelo coeficiente da cultura da cebola (Kc) (Equação 8), sendo assim calculadas as lâminas diárias de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura (ETc) (ALLEN *et al.*, 1998). Marouelli *et. al.* (2005) recomenda que seja adotado o Kc de acordo com o estágio de desenvolvimento da cultura da cebola para o sistema de irrigação por sulco, onde foram adotados os seguintes valores: 0,55; 0,85; 1,05 e

0,75, que são referentes aos estádios de desenvolvimento: inicial; vegetativo; bulbificação e maturação, respectivamente.

$$ET_c = ET_o * K_c \quad (8)$$

Onde: ET_c - Evapotranspiração da cultura (mm); ET_o - Evapotranspiração de referência correspondente a cada tratamento; K_c - coeficiente da cultura.

A irrigação foi realizada com água proveniente da Companhia de Saneamento Básico de Sergipe (DESO). As lâminas de irrigação após serem convertidas em volume (Equação 9) foram aplicadas nos vasos, de forma manual, através de provetas graduadas de 500 e 100 mL, duas vezes ao dia.

$$V_{total} = \frac{L \times A}{10 \times 2} \quad (9)$$

Onde: V_{total} - volume das lâminas aplicadas 2 vezes ao dia (mL); L - Lâmina de irrigação correspondente a cada tratamento (mm); A – Área ocupada por planta (cm²).

3.4 PREPARO DO SUBSTRATO

O experimento foi iniciado em agosto de 2021 com a coleta de aproximadamente 1.300 Kg de solo, levando em consideração que cada vaso comporta 15 Kg, na camada arável na profundidade de 0 - 20 cm, em seguida, peneirado, homogeneizado e encaminhada uma amostra para análise (Figura 3).

Figura 3 - (A) Peneira e homogeneização do substrato. **(B)** Substrato posto no vaso.



Fonte: Autoria própria (2021).

A amostra do substrato foi analisada pelo Instituto Tecnológico de Pesquisa do Estado de Sergipe (ITPS), onde foram estabelecidos os valores de pH, Alumínio, Capacidade de troca catiônica (CTC), Matéria Orgânica, Hidrogênio + Alumínio, Soma de Bases Trocáveis (SB), Porcentagem de Sódio Trocável (PST), Índice de Saturação por Bases (V), além dos macronutrientes como Cálcio, Magnésio, Potássio e Fósforo. Após análise da amostra, foi realizada a calagem do substrato seguindo a recomendação de Sobral *et al.* (2007), no qual recomenda o uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe (Anexo 1).

Seguindo a recomendação de Filgueira *et al.* (2013), voltado para a cebola e outros condimentos, além de levar em consideração o relatório de ensaios do substrato (Anexo 1) adubação foi realizada em duas etapas, no plantio e na cobertura.

Na adubação de plantio foram aplicados 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N) e 120 kg ha⁻¹ de potássio (K₂O) e de fósforo (P₂O₅) de uma única vez, nas fontes de ureia, cloreto de potássio e sulfato de fosfato simples, respectivamente. Na adubação de cobertura foram aplicados 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N) e 40 kg ha⁻¹ de potássio (K₂O), realizando o parcelamento destas doses ao longo do ciclo, distribuídos em diferentes períodos, de acordo com o adotado para cada tratamento, seguindo o esquema do Tabela 2.

Tabela 2 - Esquema da adubação e parcelamento das doses ao longo do ciclo.

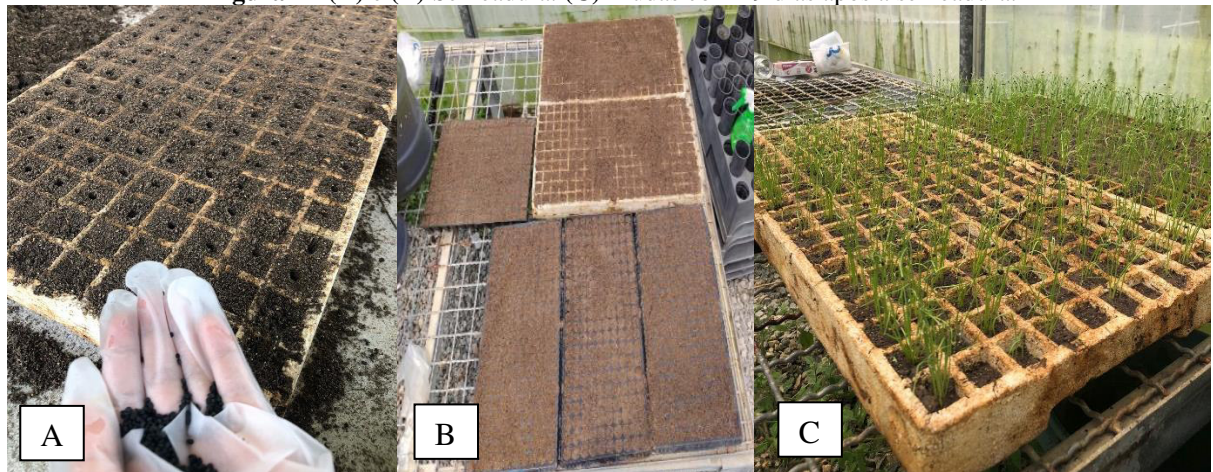
Adubação/vaso	Plantio	Cobertura (Dose de cada nutriente)
Ureia	1,15 g	D1 (30 e 60 DAT): 0,58g D2 (45 e 60 DAT): 0,58g
Cloreto de Potássio	2,6 g	D3 (30, 45 e 60 DAT): 0,38g D4 (15, 30, 45 e 60 DAT): 0,29 g
Sulfato de fosfato Simples	11 g	-

Fonte: Autoria própria (2021).

3.5 SEMEADURA, TRANSPLANTIO E COLHEITA

A semeadura foi realizada no dia 26 de agosto de 2021, em 6 bandejas, totalizando 1.100 células, as sementes utilizadas foram do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) variedade Vale Ouro IPA 11. As mudas foram irrigadas com regador duas vezes ao dia, com o intuito de conservar o solo úmido e assegurar o crescimento das mudas. Na Figura 4 (A, B e C) podem ser observados a semeadura e o desenvolvimento da cebola nas bandejas.

Figura 4 - (A) e (B) Semeadura. (C) Mudas com 19 dias após a semeadura.



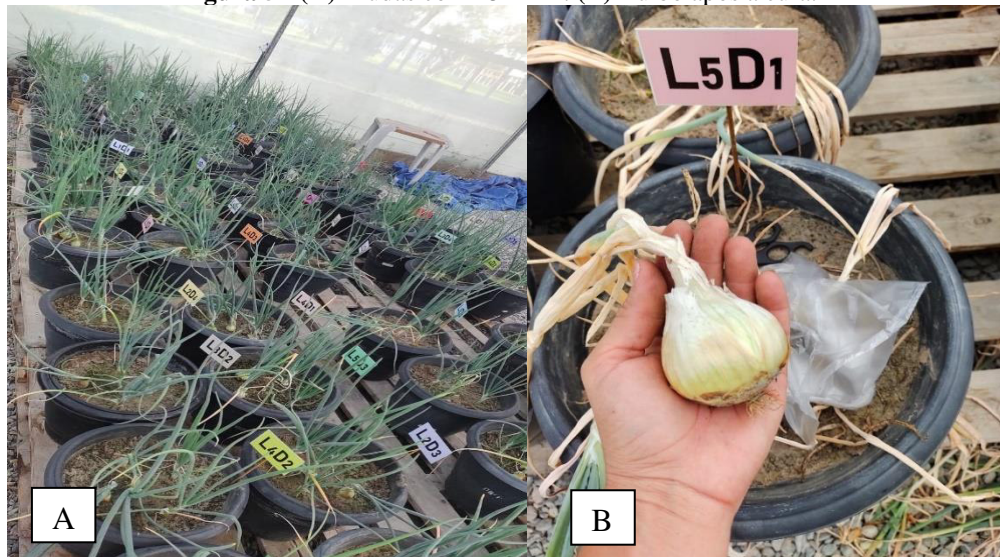
Fonte: Autoria própria (2021).

O transplântio foi realizado 49 dias após a semeadura, estando dentro do esperado pela cultura. Foram utilizados vasos, com capacidade de 21 L, 15 cm de diâmetro transversal

e 30 cm de altura. Cada vaso recebeu cinco plantas com espaçamento de 5 cm entre elas, o que deu início às aplicações das lâminas de irrigação e o parcelamento da adubação de cobertura. Na Figura 5(A) observa-se o desenvolvimento das cebolas após 45 do transplantio.

A colheita ocorreu no 129º dia do ciclo, quando mais de 70% da cultura estava tombada, posteriormente, as cebolas foram submetidas ao processo de cura, onde ficaram expostas ao sol por 5 dias e à sombra por 2. Após a cura, foi realizada a limpeza dos bulbos, sendo eliminadas as raízes e a parte aérea das cebolas (Figura 5 (B)) (WERNER *et al.*, 2018).

Figura 5 - (A) Mudas com 45 DAT. (B) Bulbo após a cura.



Fonte: Autoria própria (2021).

3.6 CONTROLE FITOSSANITÁRIO

Devido a presença do inseto *Bemisia tabaci* dentro do ambiente protegido, também conhecido como mosca branca, antes do transplântio foi realizada aplicação do inseticida sistêmico do grupo químico dos neonicotinoides denominado Evidence 700 WG em toda área experimental, no intuito de controlar a praga já existente e de evitar o aparecimento de outras novas. Também foi realizado o controle constante e manualmente das plantas invasoras a fim de evitar a competição e interferências com a cultura de experimental.

3.7 ANÁLISE DE VARIÁVEIS PÓS-COLHEITA

Após a etapa de cura e a eliminação da parte aérea e das raízes, foram avaliadas as seguintes características: produtividade total e comercial dos bulbos, massa média dos bulbos, potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis totais, acidez total titulável e a eficiência do uso da água para produtividade total e comercial.

3.7.1 Produtividade total de bulbos (PTB)

A produtividade total de bulbos foi estimada somando o valor de massa total de bulbos (não comerciais e comerciais), considerando a área do vaso (706,2 cm²), a população foi estimada em plantas por hectare (Figura 7 (A e B)).

Figura 6 - (A) Pesagem dos bulbos. (B) Medição do diâmetro transversal.



Fonte: Autoria própria (2022).

3.7.2 Produtividade comercial de bulbos (PBC)

Em 1995, entrou em vigor a Portaria Ministerial nº 529 (BRASIL, 1995) que classifica os bulbos de acordo com seu diâmetro transversal. A Portaria cita que bulbos com diâmetro maior que 35 mm são classificados como comerciais. A PTBC foi estimada dividindo a produção total de bulbos comerciais pela área, expressa em tonelada por hectare ($t\ ha^{-1}$).

3.7.3 Massa média de bulbos (MMBC)

A massa média de bulbos foi determinada dividindo a produtividade de bulbos comerciais pelo número de bulbos comerciais que foram colhidos por vaso, os resultados foram expressos em gramas por bulbo ($g\ bulbo^{-1}$).

3.7.4 Eficiência do uso da água (EUA)

A eficiência do uso da água para produtividade total (EUAp_t) e comercial (EUAc) foram obtidas através da divisão entre os valores da PTB e PBC e as respectivas lâminas de irrigação total aplicada em cada tratamento durante o experimento. Os resultados foram

expressos em kg ha⁻¹ mm. A EUA_{PT} e a EUA_C foram determinadas conforme equações 11 e 12, respectivamente.

$$EUA_{PT} = \frac{PTB}{V_t} \quad (11)$$

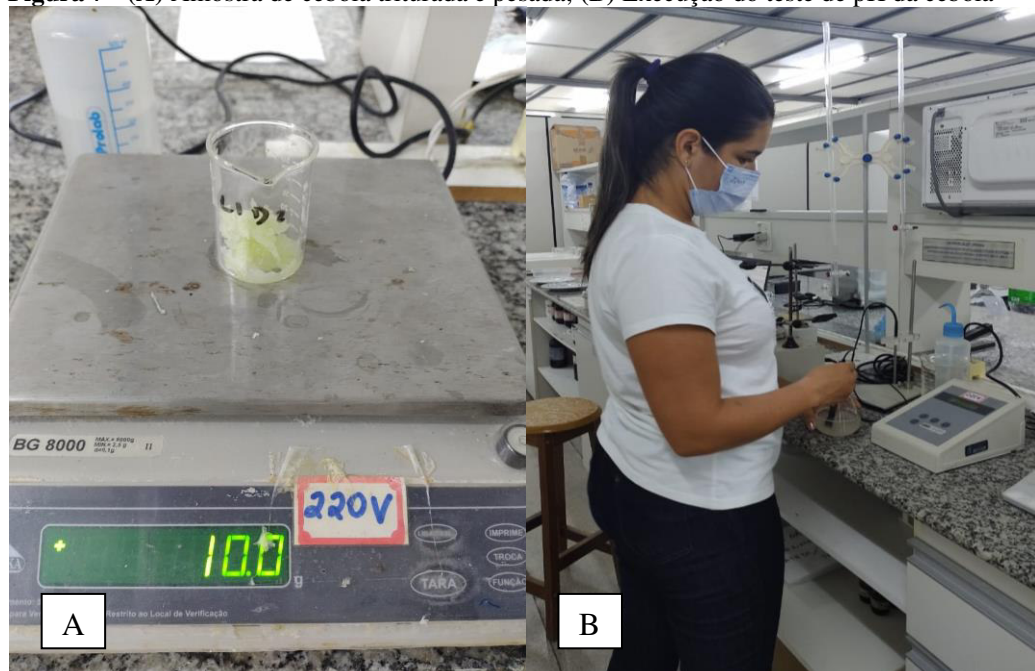
$$EUA_C = \frac{PCB}{V_t} \quad (12)$$

Em que: EUA_{PT} - eficiência do uso da água para produtividade total de bulbos (kg ha⁻¹ mm); PTB - produtividade total de bulbos (kg ha⁻¹); V_t - Volume total aplicado em cada tratamento (mm), EUA_C - eficiência do uso da água para produtividade comercial de bulbos (kg ha⁻¹ mm)

3.7.5 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Para determinar o pH, foi necessário misturar, em um béquer, 10 g da amostra de bulbos triturados de cada tratamento com 100 mL de água destilada, formando um suco. Para determinar o pH foi utilizado o potenciômetro e seguirá a metodologia definida pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005), Figura 8 (A e B).

Figura 7 - (A) Amostra de cebola triturada e pesada; **(B)** Execução do teste de pH da cebola



Fonte: Autoria própria (2022).

3.7.6 Sólidos solúveis totais (SS)

O valor de sólidos solúveis totais, expresso em °Brix, foi determinado diretamente do suco extraído das polpas esmagadas das cebolas, através da refratometria com leitura direta em refratrômetro digital (Figura 9) e obedecerá a metodologia da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 1992).

Figura 8 - Refratômetro digital utilizado na análise.

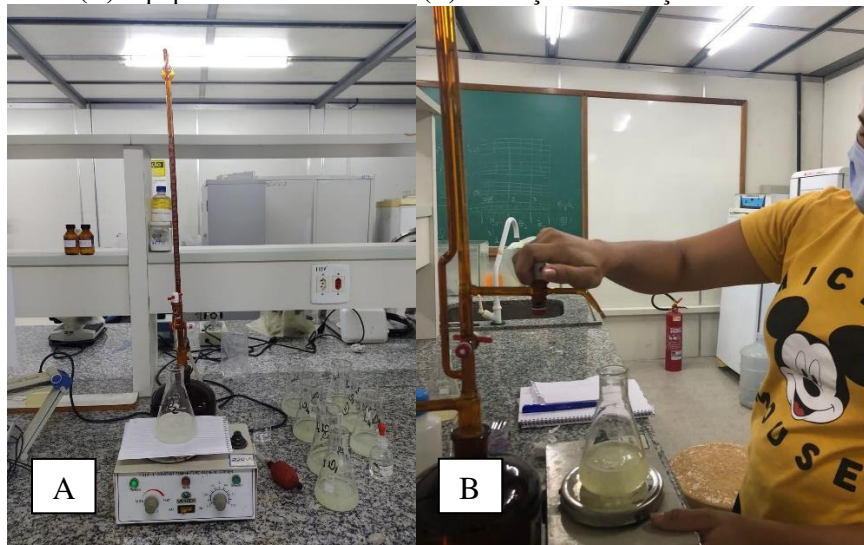


Fonte: Autoria própria (2022).

3.7.7 Acidez total titulável (ATT)

A acidez total titulável (ATT) foi estimada pelo método de IAL (2005), por meio da metodologia titulométrico, seguindo o procedimento de transferir 10 mL ou 10 g da amostra para erlenmeyer ou béquer, completando com 100 mL com água destilada, livre de dióxido de carbono, previamente neutralizada. A titulação foi feita com solução de hidróxido de sódio 0,1 N até coloração rosa usando 2-3 gotas de fenolftaleína 1% como indicador ou em pHmetro até pH 8,2 (Figura 11).

Figura 9 – (A) Equipamento titulométrico. (B) Execução da titulação da cebola.



Fonte: Autoria própria (2022).

Após a leitura dos volumes gasto em cada titulação foi realizado o cálculo da acidez, conforme Equação 13.

$$ATT = \frac{V \times f \times M \times PM}{10 \times P \times n} \quad (13)$$

Onde: ATT - acidez total titulável (v/m); V - volume da solução de hidróxido de sódio 0,1 M gasto na titulação (mL); f - fator da solução de hidróxido de sódio 0,1 M; P - massa da amostra usado na titulação (g); n - número de hidrogênio ionizáveis; PM - peso molecular do ácido correspondente.

3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises estatísticas foram realizadas através do *software* RStudio Team (2018) versão 1.2.1335 com o pacote destinado a análise de delineamentos experimentais ExpDes.pt versão 1.2.0 (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2018). Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e posterior análise de variância. Os resultados dos fatores afetados significativamente a 1 e 5% de probabilidade pelos tratamentos foram submetidas à regressão.

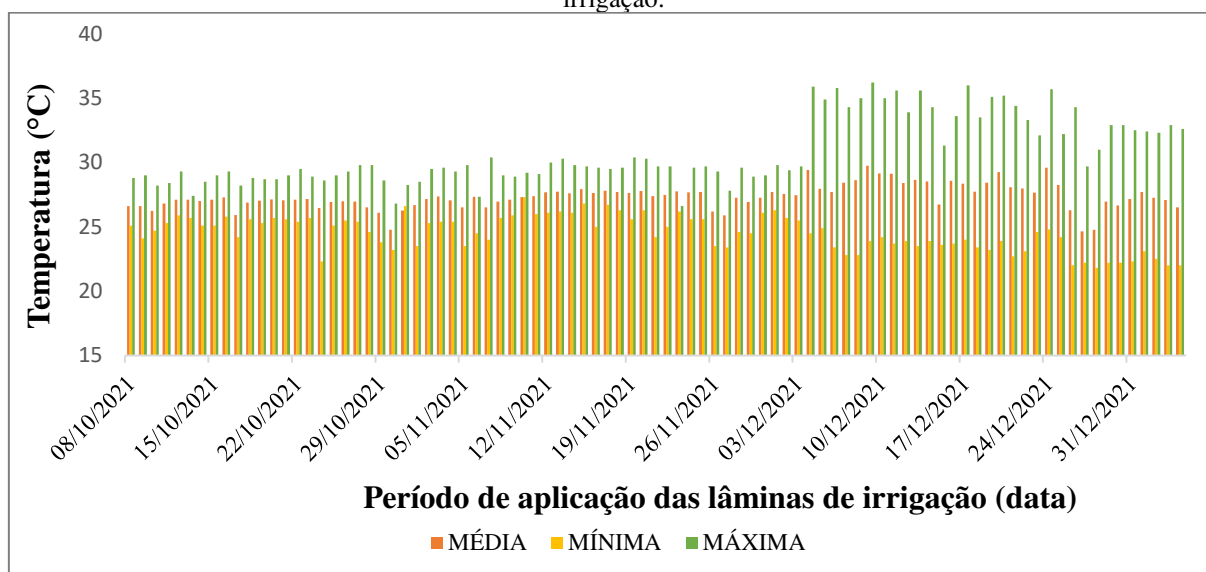
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 FATORES METEOROLÓGICOS EXTERNOS AO AMBIENTE PROTEGIDO

4.1.1 Temperatura

Durante o período de aplicação das lâminas de irrigação a média da temperatura do ar obtida fora do ambiente protegido, foi de 27,27 °C e as temperaturas médias máxima e mínima diárias externas registradas foram de, respectivamente, 29,7 e 24,6 °C. As médias das temperaturas máxima e mínima diárias externas do período de cultivo podem ser observadas na Figura 11.

Figura 10 - Temperaturas médias, máximas e mínimas diárias externas do período de aplicação das lâminas de irrigação.



Fonte: Autoria própria (2022).

De acordo com Costa *et al.* (2012) e Oliveira (2020), a cultura da cebola sofre uma forte influência da temperatura uma vez que há interferência nos aspectos nutricionais, fotoperíodo, floração, bulbificação e duração do ciclo. Filgueira (2013) cita que a cebola se desenvolve regularmente quando a temperatura é adequada, ressaltando que baixas temperaturas nos estágios iniciais do ciclo produtivo podem refletir em menores produtividades.

Costa e Resende (2007) e Silva (2015) ressaltam que temperaturas acima de 32 °C podem antecipar a formação dos bulbos, dessa forma, sendo formados bulbos menores que o esperado. Por outro lado, a presença de temperaturas inferiores a 10 °C pode acarretar uma indução prematura de florescimento.

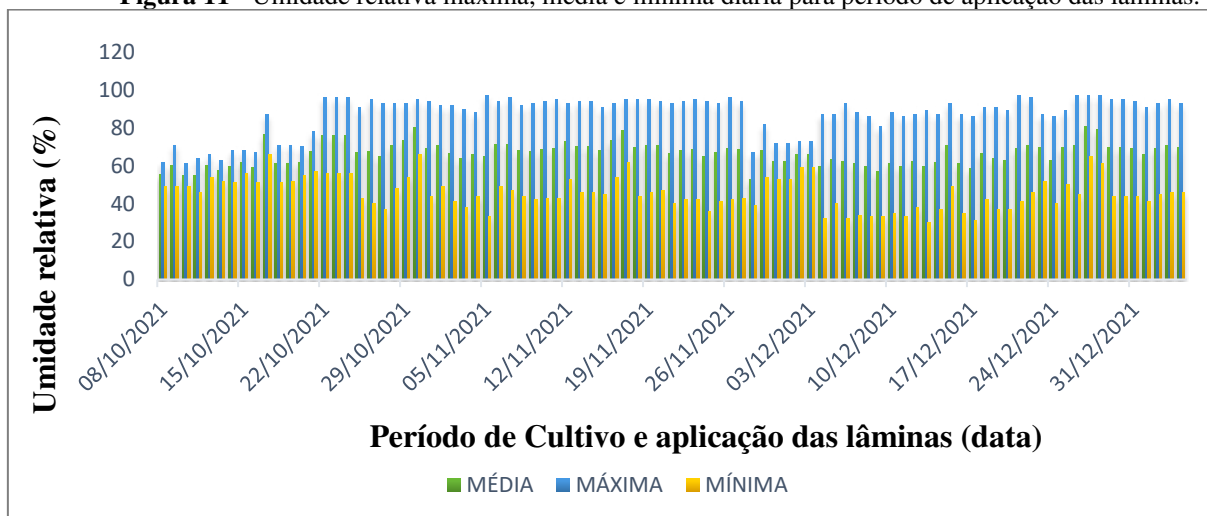
Embora a temperatura média externa registrada no cultivo experimental tenha sido 27,27 °C e a máxima ultrapassar 34 °C, enfatizando que dentro do ambiente protegido a temperatura, geralmente, é mais elevada, em torno de 2 a 5 °C em relação ao meio externo (GUISELINI; SENTELHAS, 2004), a cultura atingiu todos os estágios fenológicos e não foi observado mudanças nas etapas produtivas nem tampouco má formação e prematuridade dos bulbos.

No Nordeste, a produção da cultivar Vale Ouro – IPA 11 é realizada entre janeiro e julho (SOUZA; ASSIS; ARAÚJO, 2015), o presente trabalho foi realizado entre os meses de outubro a janeiro, onde as temperaturas são mais elevadas do que o período recomendado para o plantio, diante disso, observou-se que a cultivar Vale Ouro – IPA 11 adequou-se à temperaturas mais elevadas, considerando que o experimento foi desenvolvido em ambiente protegido.

4.1.2 Umidade Relativa do ar

Na Figura 12 pode-se observar a variação da umidade relativa do ar externa ao ambiente protegido durante todo o período produtivo experimental, onde a umidade relativa média externa registrada foi de 67,5%, alcançando valores de 33% a 97% nas umidades relativas mínima e máxima, respectivamente. É importante ressaltar que, normalmente, a umidade relativa do ar dentro do ambiente protegido é, em torno de 30%, inferior ao meio externo (Vásquez *et al.*, 2005). Mesmo nas condições estabelecidas, nenhuma patologia ou impactos negativos relacionados aos índices de umidade relativa do ar foi identificado no presente estudo.

Figura 11 - Umidade relativa máxima, média e mínima diária para período de aplicação das lâminas.



Fonte: Autoria própria (2022).

A umidade relativa do ar é considerada umas das características mais significativas quando a intenção é avaliar a evapotranspiração da cultura. Para Costa e Resende (2007) e Massaramduba (2020), elevadas taxas de umidade relativa favorecem a ocorrência de patologias fitossanitárias, o que pode afetar negativamente a produção do cultivo, mesmo não estando associada paralelamente ao florescimento e a bulbificação.

Para os autores Chitarra e Chitarra (2005) e Costa e Resende (2007), elevados valores de umidade relativa podem contribuir para redução da respiração da planta, podendo aumentar turgor das células vegetais. Entretanto, quando relacionados ao fator temperatura, podem acarretar problemas patogênicos, como o aparecimento de fungos, além da redução dos bulbos e minimizar eficiência no uso nos nutrientes disponíveis no solo (RODRIGUES *et al.*, 2015).

4.2 LÂMINA DE IRRIGAÇÃO APLICADA NO EXPERIMENTO

A irrigação aplicada no período da semeadura ao transplantio das mudas foi realizada com o auxílio de provetas e sem distinção entre os tratamentos estudados. Já na fase do transplantio até a colheita da cultura, a qual durou 80 dias, a irrigação foi realizada levando em consideração os diferentes métodos de estimativa de lâminas de irrigação, estabelecidas

diariamente para cada tratamento, totalizando 129 dias da semeadura à colheita, sendo compatível com o recomendado para a cultivar Vale Ouro IPA 11, a qual seu ciclo fenológico pode variar de 100 a 170 dias (COSTA E RESENDE, 2007).

Geralmente, a necessidade hídrica total da cebola pode variar 350 a 650 mm para produzir bulbos de boa qualidade, dependendo também de condições climáticas e características da cultivar selecionada para o cultivo (MAROUELLI COSTA E SILVA, 2005).

Nesse contexto, as lâminas de irrigação estimadas pelos métodos de Camargo e Jensen-Haise (417,62 e 499,23 mm, respectivamente) estão de acordo com o recomendado pela literatura, ressaltando que os valores estimados por tais métodos foram a partir de informações meteorológicas externas ao ambiente protegido. Se fossem utilizados dados internos, as lâminas poderiam apresentar resultados superiores aos encontrados (Tabela 3).

Tabela 3 - Lâminas de irrigação total (mm) e capacidade total equivalente (L) por tratamento.

Método de estimativa da ETo empregado na irrigação	Lâmina total (mm)	Capacidade (L)
L1 (Hargreaves-Samani)	307,07	21,7
L2 (Penman-Monteith)	315,27	22,3
L3 (Blannet-Criddle)	344,47	24,3
L4 (Camargo)	417,62	29,5
L5 (Jensen-Haise)	499,23	35,3

Fonte: Autoria própria (2022).

Os dados obtidos através dos métodos de Camargo (L4) e Jessen-Haise (L5), os quais empregam, basicamente, dados de temperatura e radiação solar, superestimaram em aproximadamente 5,5% e 9,8%, respectivamente, o método padrão Penman-Monteith (L2), o que corrobora com os resultados encontrados por Vásquez *et al.* (2005).

O método de Blannet-Criddle (L3), utilizando dados de umidade relativa do ar, superestimou, de forma sutil em comparação a outros métodos do estudo, o método de Penman-Monteith (L2) em, aproximadamente, 1,6%. Estando de acordo com os resultados obtidos por Hafeez *et al.* (2020) quando comparou os métodos de Blannet-Criddle com o de Penman-Monteith em todas as regiões climáticas semiáridas de Lahore, Faisalabad e Peshawar.

Já o método de Hargreaves-Samani (L1) foi responsável pela menor lâmina de irrigação empregada no experimento, e subestimada em relação ao método de Penman-Monteith (L2), cerca de 0,4% inferior, o que corrobora com os resultados obtidos por

Haghighat (2007); Fooladmand; Bautista *et al.* (2009) e Leitão *et al.* (2020). O método de Hargreaves-Samani, tende a subestimação em regiões muito áridas e semiáridas. Além disso, transformando as lâminas de irrigação total (mm) em capacidade total (L), observa-se que ocorreu uma variação de 21,07 a 35,23 L aplicados na cultura (Tabela 3).

4.3 QUALIDADE DOS BULBOS

Após análise de variância realizada para os parâmetros potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis totais (SS), acidez total titulável (ATT) e a relação SS/ATT, nota-se que não há diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis parcelamento da adubação, lâmina de irrigação e nem entre a interação dos fatores em todas as variáveis.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância para parâmetros potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis totais (SS), acidez total titulável (ATT) e a eficiência do uso da água para produtividade total (EUapt) e comercial (EUAc), em função das lâminas de irrigação baseada nas ETc calculadas pelos métodos de Penman-Monteith, Hargreaves-Samani, Camargo, Jensen-Haise e Blanney-Criddle e diferentes parcelamentos de adubação de cobertura.

Fonte de Variação	GL	QM	Pr>Fc
pH			
Bloco	3	0,0568	0,00836
Lâmina	4	0,0099	0,56051 ^{ns}
Parcelamento	3	0,0027	0,89336 ^{ns}
Lâmina*Parcelamento	12	0,0102	0,67222 ^{ns}
Resíduo	57	0,0132	
CV = 2,05%			
SS			
Bloco	3	0,7570	0,60627 ^{ns}
Lâmina	4	1,8655	0,20779 ^{ns}
Parcelamento	3	1,2820	0,37911 ^{ns}
Lâmina*Parcelamento	12	0,7649	0,81271 ^{ns}

Resíduo	57	1,2252	
CV = 9,96%			
ATT			
Bloco	3	0,0045	0,13739 ^{ns}
Lâmina	4	0,0028	0,32186 ^{ns}
Parcelamento	3	0,0013	0,63938 ^{ns}
Lâmina*Parcelamento	12	0,0038	0,11053 ^{ns}
Resíduo	57	0,0024	
CV = 23,19%			
SS/ATT			
Bloco	3	238,8196	0,48260 ^{ns}
Lâmina	4	358,5443	0,30128 ^{ns}
Parcelamento	3	110,0248	0,76575 ^{ns}
Lâmina*Parcelamento	12	338,8196	0,32000 ^{ns}
Resíduo	57	287,3942	
CV = 29,93%			

GL: Graus de liberdade; QM: Quadrado médio; ns: não significativo; *: significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F; **: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.; cv: coeficiente de variação.

Fonte: Autoria própria (2022).

O pH além de ser um parâmetro que mede o sabor dos bulbos da cebola, está associado ao estágio de maturação da cultura e é inversamente proporcional à acidez, dessa forma, quanto maior for a presença dos ácidos orgânicos na hortaliça menor será o pH (CHITARRA; CHITARRA, 2005; BERNÓ, 2013). Segundo Barreto, 2015, cebolas que apresentam baixos valores de pH tendem a um pós-colheita satisfatório, uma vez que aumenta o tempo de armazenamento da cultura, já que os bulbos estão propícios à dormência.

O pH médio encontrado no presente estudo foi de 5,60, variando de 5,37 a 5,93, os quais foram considerados mais ácidos que os dados observados por Menezes (2021) quando avaliou a produção de cebola sob diferentes lâminas de irrigação e densidades de plantio, também desenvolvido em ambiente protegido, cujos valores de pH variaram de 5,79 até 6,14, com média geral de 6,05, não diferindo estatisticamente.

Resende *et al.* (2010), a partir de estudos voltados para a avaliação de diferentes sistemas de cultivo utilizando variadas cultivares da cebola, encontraram dados de pH variando de 5,56 a 5,74. Já Schunemann *et al.* (2006) obtiveram valores de pH que oscilaram de 5,44 a 5,61 quando avaliaram diferentes genótipos de cebola em sistemas convencional e

orgânico, ambos os casos sendo estatisticamente insignificantes, corroborando com o presente estudo.

A variação do pH encontrado por Carvalho *et al.* (2017) foi de 5,27 a 5,96, quando realizada a avaliação do consumo de água, produção e avaliação química de cebola Alfa São Francisco. No estudo desenvolvido por Massaranduba (2020) o pH não foi influenciado pelas doses de adubação nitrogenada utilizadas nos tratamentos, já Oliveira (2020), avaliando lâminas de irrigação e densidade de plantio na produção da cebola Vale Ouro IPA-11, encontrou pH médio de 5,72, corroborando com o presente trabalho.

Já os sólidos solúveis totais (SS) são compostos, especialmente, por açúcares, mas englobam todos os compostos presentes nos alimentos, sendo importantes na determinação do sabor (BECKLES, 2012). Na cebola, Marouelli; Costa e Silva (2005) citam que o excesso de água impacta de forma negativa a fase de maturação, uma vez que pode favorecer a redução do período de conservação e armazenamento.

O SS médio encontrado no presente estudo foi de 11,20 °Brix, variando 7,6 a 13,20 °Brix, estando de acordo com o estudo desenvolvido por Chitarra e Chitarra (2005), os quais citam que os SS médios para a cebola podem girar em torno de 8 a 14 °Brix podendo variar de 2 a 25%, dependendo do estágio de maturação e das condições climáticas no momento do cultivo.

Os resultados encontrados para a cultivar em análise foram concordantes aos encontrados por Almeida *et al.* (2021), avaliando a qualidade pós-colheita de cebola armazenada em temperatura ambiente, constataram que a variável SS foi estatisticamente insignificante, possuindo valor médio de 11,8 °Brix, sendo bem próximo do valor encontrado neste trabalho. Já Bandeira *et al.* (2013), a partir de estudos envolvendo a cultivar Vale Ouro IPA 11 em diferentes métodos de estimativa de lâmina de irrigação encontraram valores de SS em torno de 9,2 a 10,2 °Brix e Dotto (2020), baseado em análises físico-químicas na conservação pós-colheita de variadas cultivares de cebola encontrou SS médio de 11,47 °Brix.

Bolandnazar, Mollavali e Tabatabaei (2012) citam que na cebola os teores de sólidos solúveis totais podem ser influenciados pelo seu tamanho, em consequência do volume do solvente presente nos bulbos, numa relação de proporcionalidade (MASSARANDUBA, 2020), como também podem sofrer influência da adição do nutriente potássio na adubação, devido sua atuação nas atividades fotossintéticas do vegetal (MARROCOS, 2015).

Segundo Botrel, Maldonade e Oliveira (2015), os índices de SS na cebola podem variar de 5 a 20%, dependendo da cultivar. Diante disso, as cultivares que apresentam elevados teores de SS tendem a ser prioridade nos setores agroindustriais, além de ter uma maior aceitação do público consumidor (OLIVEIRA,2020).

A avaliação da acidez total titulável é um critério primordial quando o assunto é pós-colheita de hortaliças, pois mede as taxas de ácidos orgânicos que contém nos alimentos, aliado a avaliação de concentrações de sólidos solúveis totais (CHITARRA & CHITARRA, 1990; SCHUNEMANN *et al.*, 2006).

A ATT média encontrada neste trabalho foi de 0,21%, variando de 0,1 a 0,3%, similar à variação encontrada por Schunemann *et al.* (2006) que foi de 0,17 a 0,27%, a partir do estudo envolvendo análises físico-químicas de diferentes cultivares de cebola, já Chagas, Resende e Pereira (2004) constataram que a ATT na cultura pode variar de 0,19 a 0,37%. Menezes (2021) trabalhando com cebola dentro de ambiente protegido encontrou uma variação de 0,20 a 0,33% de ATT.

Em contrapartida, a ATT média obtida por Grangeiro *et al.* (2008) foi de 0,35% para a cultivar Vale Ouro IPA 11, estudando características qualitativas da cebola. Marrocos (2015) analisando as características qualitativas e quantitativas da cebola fertirrigada, constatou que a taxa de variação da ATT foi de 0,35 a 0,41%, classificando a acidez total titulável da cultivar Vale Ouro IPA 11 como elevada.

Marrocos (2015) também atribui a redução da ATT à elevadas temperaturas, visto que o aumento do metabolismo celular da hortaliça tende a aumentar e, consequentemente, reduzir a reserva de ácidos orgânicos, o que pode justificar os baixos valores encontrados neste trabalho pois ocorreram altas temperaturas no período experimental. De modo geral, a variação de acidez total titulável deste trabalho está dentro do recomendado para a cebola, todavia inferior ao esperado para a cultivar estudada, de acordo com dados encontrados na literatura.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a relação entre os sólidos solúveis totais e a acidez total titulável é uma das mais eficientes maneiras de avaliar parâmetros como sabor e aroma da cebola, ao invés de analisá-los separadamente, uma vez que avalia o equilíbrio entre os ácidos orgânicos e os açúcares. Bulbos mais adocicados podem ser justificados pela presença de elevadas taxas da relação SS/AT (MARROCOS, 2015; MENEZES,2021).

A relação SS/ATT média encontrada neste trabalho foi de 56,64, variando de 27,62 a 84,58, média superior ao encontrado por alguns autores como Oliveira (2020) que obteve média de 36,42 para a cultivar IPA-11, Bispo *et al.* (2018) de 50,1 a 54,8, Marrocos (2015) encontrou para a cultivar Vale Ouro IPA 11 um intervalo de 26,90 a 30,10, Barreto (2015) trabalhando com a cebola e irrigação por gotejamento encontrou SS/ATT média de 39,11. Já Guimarães (2008) encontrou valores mais altos, em torno de 73,14.

É importante avaliar com cautela a relação SS/ATT pois existe a possibilidade de alguns bulbos possuírem baixas taxas de sólidos solúveis e ácidos orgânicos, gerando altos valores desta relação, comportando-se de maneira equivocada na interpretação dos resultados encontrados (KLUGE, 2002).

4.4 PRODUTIVIDADE DOS BULBOS

De acordo com a análise de variância realizada para a produtividade total dos bulbos (PTB), produtividade comercial (PCB) e massa média dos bulbos comerciais (MMBC) (Tabela 5), verificou-se que não houve efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade para as fontes de variação referentes ao parcelamento da adubação de cobertura e a interação dos fatores para as três variáveis analisadas, entretanto, foi constatado na variável lâmina de irrigação efeito significativo, a nível de 1% de probabilidade somente para a PTB, não ocorrendo para a PCB e MMBC.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância para a produtividade total dos bulbos (PTB), produtividade comercial (PCB) e massa média dos bulbos comerciais (MMBC), em função das lâminas de irrigação baseada nas ETc calculadas pelos métodos de Penman-Monteith, Hargreaves-Samani, Camargo, Jensen-Haise e Blannet-Criddle e diferentes parcelamentos de adubação de cobertura.

Fontes de Variação	GL	QM	Pr>Fc
PTB			
Bloco	3	3	0,00251**
Lâmina	4	4	0,00090*
Parcelamento	3	2	0,76575 ^{ns}
Lâmina*Parcelamento	12	6	0,32000 ^{ns}
Resíduo	57	5	

CV = 27,43%

PCB

Bloco	3	3	0,05209 ^{ns}
Lâmina	4	2	0,05110 ^{ns}
Parcelamento	3	4	0,48551 ^{ns}
Lâmina*Parcelamento	12	6	0,30935 ^{ns}
Resíduo	24	5	
CV = 6,8%			

MMBC

Bloco	3	5	0,08824 ^{ns}
Lâmina	4	6	0,05486 ^{ns}
Parcelamento	3	2	0,62233 ^{ns}
Lâmina*Parcelamento	12	4	0,23916 ^{ns}
Resíduo	57	3	
CV = 18,27%			

GL: Graus de liberdade; SQ: Soma dos quadrados; QM: Quadrado médio; ns: não significativo; *: significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F; **: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.; cv: coeficiente de variação.

Fonte: Autoria própria (2022).

A produtividade de bulbos acima de 35 mm de diâmetro transversal é um parâmetro fundamental quando o seu aproveitamento está voltado para os setores industriais, para fins específicos. Já os bulbos não comerciais, apresentam diâmetro transversal igual ou inferior a 35 mm e são bem aceitos pelo público consumidor, principalmente para fins culinários, porém apresentam menor rentabilidade comercial (SOUZA, ASSIS E ARAÚJO, 2015).

A variação de produtividade comercial média encontrada neste estudo foi de 51,04 t ha⁻¹ variando de 21,8 a 71,3 t ha⁻¹ (Tabela 6). Corroborando com os resultados encontrados, Costa, Resende e Yuri (2016) atingiram 54,3 t ha⁻¹ para a cultivar em estudo, Baptestini *et al.* (2018) obtiveram produtividade máxima de 60,7 t ha⁻¹ e Oliveira *et al.* (2013) atingiram média de 51,5 t ha⁻¹. Contrapondo-se aos resultados encontrados, alguns autores alcançaram produtividades comerciais inferiores, como Bispo *et al.* (2017), trabalhando com a cultivar Vale Ouro IPA 11 em Juazeiro/Ba, encontraram PCB média de 34,9 t ha⁻¹, já Massaranduba (2020) alcançou 40,7 t ha⁻¹.

Abdelkhalik *et al.* (2019), avaliando o comportamento do déficit hídrico na produção de cebola, na região do Mediterrâneo em Valência (Espanha), notaram redução gradativa da

produtividade comercial à medida que ocorria a diminuição das lâminas de irrigação, similar aos resultados encontrados nos tratamentos L1, L2 e L3, nas condições estabelecidas.

A massa média dos bulbos comerciais variou de 32,7 a 42 g bulbo⁻¹, inferior à média que o público consumidor tem preferência (Yuri, Resende e Costa, 2018). Souza e Resende (2002) e Barreto (2015) reportam que é preferível bulbos com massa média de 90 a 100 g, cor amarelo-avermelhada, arredondado e com ausência da parte foliar e raízes. Bispo *et al.* (2017) citam que a redução da massa média da produção comercial da cultivar Vale Ouro IPA 11 é afetada diretamente pela indisponibilidade hídrica no solo, Massaranduba (2020) também encontrou a mesma relação, o que pode justificar os resultados encontrados no presente estudo.

Já a produtividade total de bulbos apresentou resposta polinomial de terceira ordem em relação aos tratamentos utilizados na estimativa das lâminas de irrigação, média de produtividade total de 70,6, variando de 57,4 a 84,8 t ha⁻¹ (Tabela 6), acima dos valores encontrados por Oliveira (2020), Baptestini *et al.* (2018) e Leite *et al.* (2018). Feitosa *et al.* (2020), também trabalhando com diferentes lâminas de irrigação no cultivo de cebola, encontraram efeito quadrático na variável PTB e produção de, aproximadamente, 91,32 t ha⁻¹, produtividade superior a encontrada neste trabalho.

Conforme estabelecido no Tabela 6, notou-se que a maior produtividade foi do tratamento L3 (84,1 t ha⁻¹), incremento de 7,67, 5,63, 0,87 e 3,96 % em relação aos tratamentos L1, L2, L4 e L5, respectivamente.

Tabela 6 - Produtividade total e comercial em função da lâmina de irrigação.

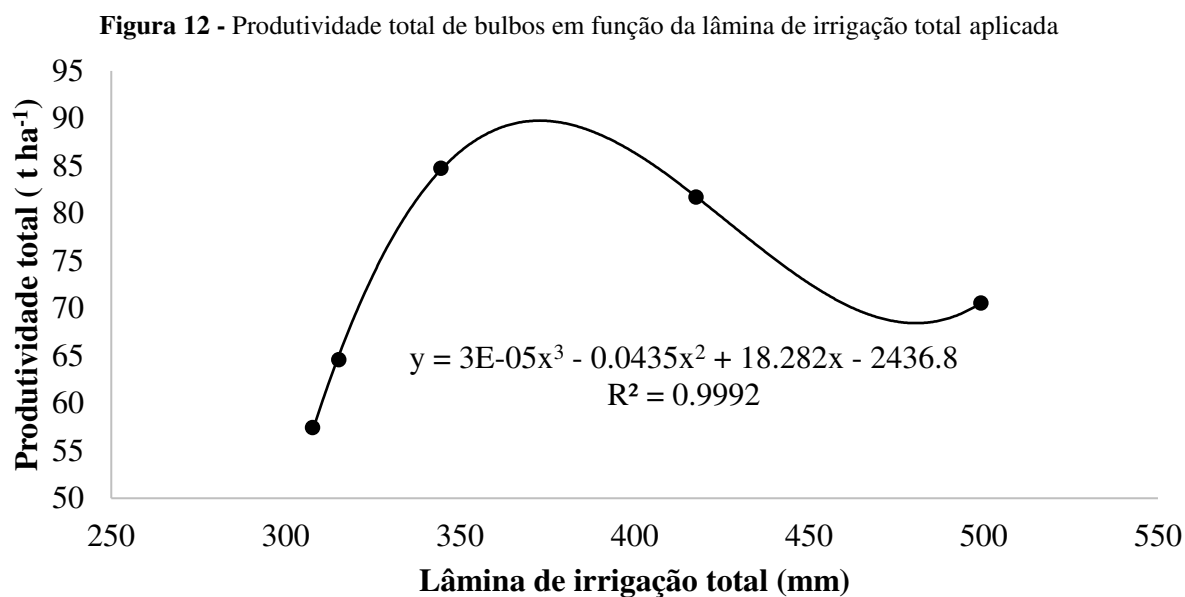
Tratamento	PTB (t ha⁻¹)	PCB (t ha⁻¹)
L1	57,4	21,8
L2	64,6	46,2
L3	84,8	71,3
L4	81,7	63,3
L5	70,6	52,2

L1 = Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Hargreaves-Samani; L2 = Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Penman- Monteith; L3 = Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Blanney-Criddle; L4 = Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Camargo; L5 = Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Jensen-Haise.

Fonte: Autoria própria (2022).

A PTB média encontrada (71,82 t ha⁻¹) foi superior à média do nordeste brasileiro (34,36 t ha⁻¹), média nacional (32,33 t ha⁻¹) (IBGE, 2019) e a média de produção da cultivar

estudada (30 t ha⁻¹) (COSTA E RESENDE, 2007; OLIVEIRA, 2020). Já DOTTO (2020), estudando variadas cultivares de cebola, atingiu resultados de produtividade em torno de 47,61 a 55,12 t ha⁻¹. A análise de regressão polinomial ajustada pela regressão cúbica pode explicar 99,92 % das variáveis analisadas (Figura 13).



Fonte: Autoria própria (2022).

Tal situação pode ser justificada pela boa adaptação da cultivar IPA 11 em regiões mais quentes, característica da região onde o experimento foi conduzido, além das condições físicas que o ambiente protegido propõe, além disso, o suprimento das necessidades hídricas e nutricionais foram fatores decisivos para a boa evolução da produção.

4.5 EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA (EUA)

De acordo com a análise de variância realizada para eficiência do uso da água para a produtividade total (EU_{Apt}) e comercial (EU_{Ac}) (Tabela 7), nota-se que não houve efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade para o parcelamento da adubação de cobertura e a interação dos fatores, entretanto, ocorreu efeito significativo no fator lâmina de irrigação a nível de 1% de probabilidade, isoladamente, para as duas variáveis.

Tabela 7 - Resumo da análise de variância para a eficiência do uso da água para a produtividade total (EU_{Apt}) e comercial (EU_{Ac}), em função das lâminas de irrigação baseada nas ET_c calculadas pelos métodos de Penman-Monteith, Hargreaves-Samani, Camargo, Jensen-Haise e Blanney-Criddle e diferentes parcelamentos de adubação de cobertura.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
EU_{Apt}					
Bloco	3	220,05	5	6,4079	0,00081**
Lâmina	4	365,95	6	7,9926	0,00003**
Parcelamento	3	45,98	4	1,3388	0,27080 ^{ns}
Lâmina*Parcelamento	12	140,91	3	1,0259	0,43854 ^{ns}
Resíduo	57	652,46	2		
CV = 27,75%					
EU_{Ac}					
Bloco	3	96,42	3	4,9914	0,00786*
Lâmina	4	259,77	6	10,0854	0,00006**
Parcelamento	3	13,03	4	0,6746	0,57606 ^{ns}
Lâmina*Parcelamento	12	126,63	2	1,6388	0,14637 ^{ns}
Resíduo	24	154,54	1		
CV = 14,47%					

GL: Graus de liberdade; SQ: Soma dos quadrados; QM: Quadrado médio; ns: não significativo; *: significativo a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey; **: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.; cv: coeficiente de variação.

Fonte: Autoria própria (2022).

Tabela 8 - EU _{Apt} e EU _{Ac} em função da lâmina de irrigação e produtividade.		
Tratamento	EU _{Apt} (kg ha ⁻¹ mm ⁻¹)	EU _{Ac} (kg ha ⁻¹ mm ⁻¹)
L1	182,2	69,2
L2	209,8	150,3
L3	246,1	206,9

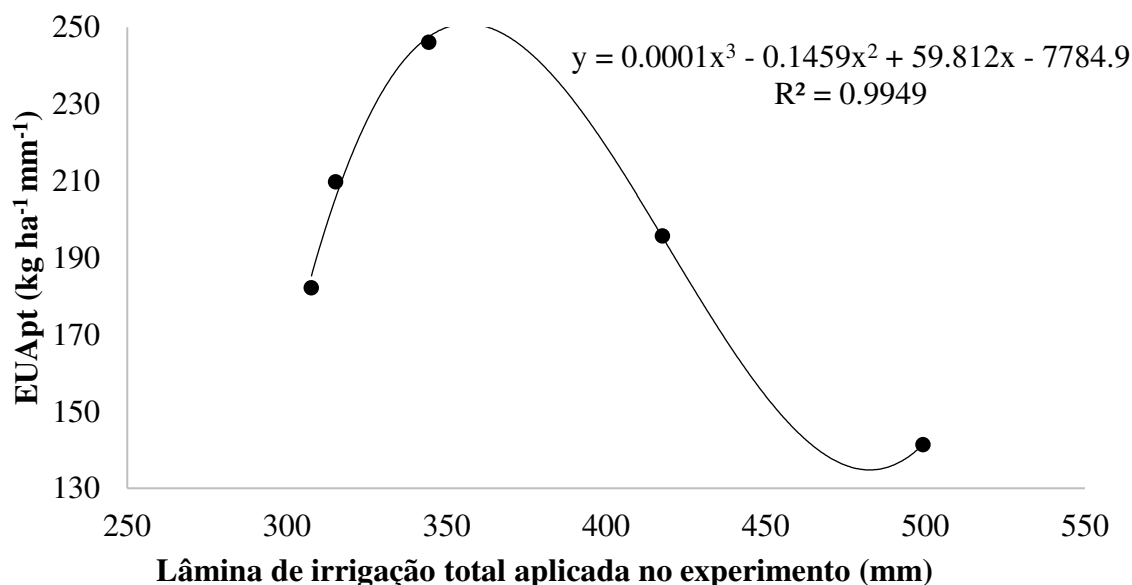
L4	195,7	140,7
L5	141,4	104,6

L1 = Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Hargreaves-Samani; L2 = Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Penman- Monteith; L3 = Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Blanney-Criddle; L4 = Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Camargo; L5 = Lâmina de irrigação igual à ETc com ETo estimada pelo método de Jensen-Haise.

Fonte: Autoria própria (2022).

A eficiência no uso da água para a produtividade total estabelecida para as lâminas de irrigação variou de 141,4 a 246,1 kg ha⁻¹ mm⁻¹ (Tabela 8), sendo o tratamento L5 (método de Jensen-Haise) e L3 (Blanney-Criddle), a menor e maior média, respectivamente. A análise de regressão polinomial ajustada pela regressão cúbica pode explicar 99,49 % das variáveis analisadas (Figura 14).

Figura 13 - Eficiência no uso da água para produtividade total de bulbos em função das lâminas de irrigação total aplicada.



Fonte: Autoria própria.

Os resultados obtidos neste estudo mostram que o tratamento L4, o qual utilizou o método de Camargo para estimativa da ETo, mesmo apresentando a eficiência do uso da água para a produção total inferior ao tratamento L3, referente ao método de Blanney-Criddle, (5,13 %), a produtividade total de bulbos dos dois foram bastantes similares, responsáveis por

22,75% e 23,62% da PTB, respectivamente. Os tratamentos que empregaram os métodos de Penman- Monteith (L2), Camargo (L4) e Jensen-Haise (L5) estão de acordo com a literatura, a qual cita que a EUA é inversamente proporcional à lâmina de água utilizada na irrigação (SANTA OLALLA, DOMÍNGUEZ-PADILLA E LÓPEZ, 2004; BARRETO, 2015).

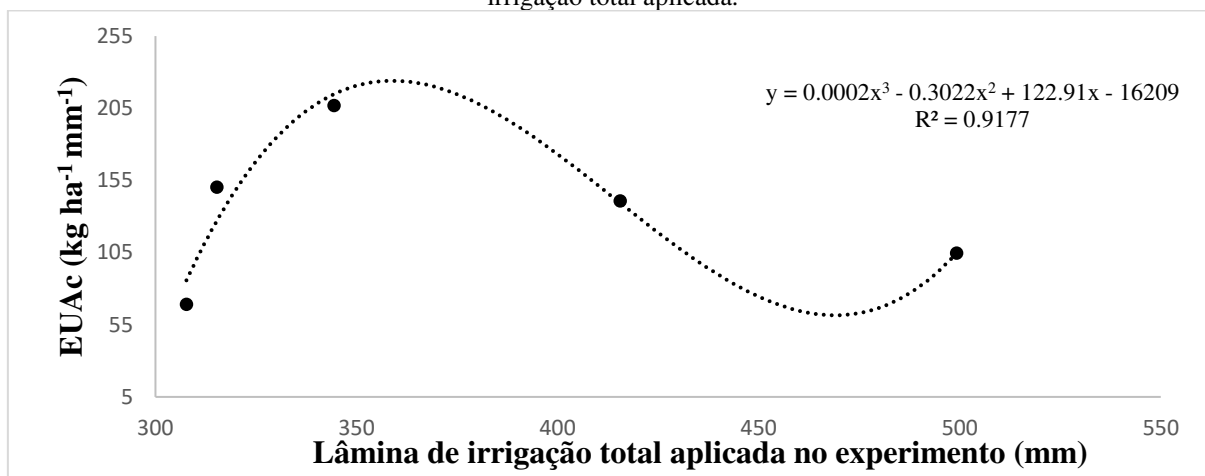
O tratamento que utilizou o método de Blanney-Criddle para estimativa da ETo (L3) foi responsável pela EUApt máxima (246,1 kg ha⁻¹ mm⁻¹), mesmo não utilizando a menor lâmina de irrigação total aplicada no experimento, o que pode ser justificada pela adaptação da cultura às condições estabelecidas gerando, conseqüentemente, elevada produtividade de bulbos do tratamento. Corroborando com o presente estudo, Oliveira (2020) também encontrou este tipo de relação e Vilas Boas *et al.* (2014) encontraram a EUApt máxima de 208,3 kg ha⁻¹ mm⁻¹, a partir de estudos envolvendo a produtividade de bulbos quando submetida a diferentes lâminas de irrigação e adubação nitrogenada no Estado de Minas Gerais.

Já o tratamento que utilizou o método de Hargreaves-Samani (L1), responsável pela menor lâmina de irrigação total, não apresentou a maior EUApt (182,2 kg ha⁻¹ mm⁻¹), tal fato pode ser justificado pela possibilidade da cultura ter sofrido estresse hídrico. Mantovani *et al.* (2013) avaliando distintas lâminas de irrigação aplicadas na produção de hortaliças, notaram que lâminas abaixo das necessidades hídricas da planta podem reduzir drasticamente sua produção final da cultura.

As médias de EUApt encontradas no presente estudo foram superiores às médias encontradas na literatura (VILAS BOAS *et al.*, 2011), LOPES FILHO, 2013, BARRETO, 2015, BISPO *et al.*, 2018, MENEZES, 2020), OLIVEIRA, 2020).

Avaliando a eficiência do uso da água da produtividade comercial, observou-se que a resposta polinomial ajustada pela regressão quadrática não se ajustou bem aos dados, uma vez que só pode explicar 38,58% das variáveis analisadas, já a análise de regressão polinomial ajustada pela regressão cúbica pode explicar 91,77 % das variáveis analisadas (Figura 15). As médias da EUAc estabelecidas para as lâminas de irrigação variaram de 69,2 a 206,9 kg ha⁻¹ mm⁻¹ (Tabela 8), nos tratamentos que empregaram os métodos de Hargreaves-Samani (L1) e Blanney-Criddle (L3) para a estimativa da ETo, a menor e maior média, respectivamente. Os tratamentos que utilizaram os métodos de Penman-Monteith (L2), Camargo (L4) e Jensen-Haise (L5), assim como a eficiência no uso da água para a produtividade total, estão de acordo com a literatura.

Figura 14 - Eficiência no uso da água para produtividade total de bulbos comerciais em função das lâminas de irrigação total aplicada.



Fonte: Autoria própria (2022).

Idnani e Gautam (2008) e Nyatuame *et al.* (2013) relataram que maiores taxas de eficiência no uso da água em tratamentos que utilizaram maiores lâminas de irrigação para as culturas de cebola, amendoim, repolho e grama verde. Bispo *et al.* (2018) ressaltam a importância de uma avaliação mais complexa, levando em consideração a eficiência hídrica e a qualidade dos bulbos, para posteriormente ser escolhido a melhor forma de manejo da cultura.

5 CONCLUSÕES

Os métodos de estimativa das lâminas de irrigação e o parcelamento da adubação de cobertura não influenciaram as características qualitativas dos bulbos, pois não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos. Os resultados alcançados de pH, SS, ATT, SS/ATT estão dentro do recomendado para a cebola.

Os parcelamentos da adubação de cobertura não apresentaram diferenças significativas na produtividade e na eficiência do uso da água dos bulbos de cebola cultivar IPA 11, utilizando dados meteorológicos externos.

O tratamento que empregou o método de Blaney-Criddle para estimativa da ETo (L3) apresentou o melhor desempenho, utilizando dados externos, sendo responsável pelas maiores taxas de produtividade total de bulbos ($84,8 \text{ t ha}^{-1}$), eficiência do uso da água para a produtividade total ($246,1 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$) e comercial ($206,1 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$) e a maior massa média dos bulbos comerciais (42 g bulbo^{-1}).

De modo geral, todas as lâminas aplicadas apresentaram bons resultados, levando em consideração as condições estabelecidas, tornando-se necessários estudos mais aprofundados e com outras culturas.

REFERÊNCIAS

ABDELKHALIK, A.; PASCUAL-SEVA, N.; NÁJERA, I.; DOMENE, M. Á.; BAIXAULI, C.; PASCUAL, B. Effect of Deficit Irrigation on the Productive Response of Drip-irrigated Onion (*Allium cepa* L.) in Mediterranean Conditions. **The Horticulture Journal**, v. 88, n. 4, p. 488-498, Aug. 2019.

ALLEN R. G., PEREIRA, L. S.; RAES D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. (Irrigation and Drainage Paper, 56)**. Fao: Rome; 1998.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**, v. 300. Roma: FAO, 2006.

ALMEIDA, F. T.; FIGUEIREDO NETO, A.; SANTOS, C. A. F.; COSTA, M. S.; SOUZA COELHO, B. E.; LIMA NETO, I. S.; ARAGÃO, C. A.; SILVA, A. P. Postharvest quality of onion bulbs ‘botucatu polpulation’ produced in the brazilian semi-arid and stored under room temperature. Research, **Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 4, p. e19410413592, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i4.13592.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**, p.86. Brasília, 2017.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; DAMASCENO, L. M. O.; DIAS, N. DA S.; GHEYI, H. R.; GUISELINI, C. Climate variations in greenhouse cultivated with gerbera and relationship with external conditions. **Engenharia Agrícola**, v.31, p.857-867, 2011.

ANDRADE, A. D.; MIRANDA, W. L.; CARVALHO, L. G.; FIGUEIREDO, P. H. F.; SILVA, T. B. S. Desempenho de métodos de cálculo do coeficiente de tanque para estimativa da evapotranspiração de referência. **Revista Irriga**, v. 21, n. 1, p. 119-130. Botucatu, 2016.

AOAC. **Association of Official Analytical Chemists**. Official methods of analysis., p.1114, Washington: AOAC, 1992.

BAPTESTINI, J. C. M.; OLIVEIRA, R. A.; VIDIGAL, S. M.; PUIATTI, M.; CECON, P. R. Onion productivity in relation to irrigation water depths and nitrogen doses. **Horticultura Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 73-76, Mar. 2018.

BARRETO, H. B. F. **Produtividade e qualidade da cebola sob níveis de irrigação por gotejamento e doses de potássio**. 2015. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

BECKLES, D. M. Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 63, n. 1, p.129-140. 2012.

BELEM, A. B.; OLIVEIRA, A. P. de.; GUIMARÃES, L. M.; CHAVES, J. T. L.; BERTINO, A. M. P. Yield of onion in soil with cattle manure and nitrogen. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 24, n. 3, p. 149-153, 2020.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 9 ed., p. 625. Viçosa: UFV, 2019.

BERNARDO, S.; SOUZA E. F.; MANTOVANI, E. C.; Eficiência de uso da água na agricultura irrigada. In: e Alysson Paolinelli, Durval Dourado Neto e Everardo Chartuni Mantovani. (Org.). **Diferentes abordagens sobre agricultura irrigada no Brasil: técnica e cultura**. 1ed. Piracicaba: FEALQ, 2021, v. 2, p. 299-326.

BERNO, N. D. **Processamento mínimo de cebola roxa: aspectos bioquímicos, fisiológicos e microbiológicos**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz-ESALQ, Piracicaba, 2013.

BHATTI, S.; SHARMA, J. C.; KAKAR, R. Effect of irrigation and nitrogen levels on nutrient uptake, water use efficiency and productivity of onion (*Allium cepa* L.) in Himachal Pradesh. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, 2: 398-408, 2019.

BISPO, R. C. de; OLIVEIRA, G. M. de; QUEIROZ, S. O. P de; SANTOS, I. M. S.; PESSOA, E. de S. Produtividade da cebola sob diferentes manejos de irrigação. **Revista Irriga**, v. 23, n. 2, p. 262-272, 2018.

BISPO, R. C. de; QUEIROZ, S. O. P de; OLIVEIRA, G. M. de; CARVALHO, A. R. P. de; FLORES, D. S. Desempenho agrônomo de cultivares de cebola sob diferentes tensões de água no solo. **Revista Irriga**, v. 22, n. 3, p. 485-496, 2017.

BLANEY, H.F.; CRIDDLE, W.D. **Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data**. Washington: United States Department of Agriculture Soil Conservation Service, 1950. 48p.

BOLANDNAZAR, S., MOLLAVALI, M.; TABATABAEI, S. J. Influence of NH_4NO_3 and K_2SO_4 on qualitative characteristics of onion. **Scientia horticultrae**, v. 136, p. 24- 28, Mar. 2012.

BORGES JUNIOR, J. C. F.; OLIVEIRA, A. L. M.; ANDRADE, C. L. T.; BRAIDO, M.A. Equação de Hargreaves – Samani calibrada em diferentes bases temporais para Sete Lagoas, MG. **Revista Engenharia da Agricultura**, v.25, n. 1, p. 38-49, 2017.

BOTREL, N.; OLIVEIRA, V. R. Cultivares de cebola e alho para processamento. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 52. 2012, Salvador-BA. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. S8420-S8434. Brasília-DF: Embrapa Hortaliças-Artigo em anais de congresso (ALICE), jul. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Norma de identidade, qualidade, acondicionamento, embalagem e apresentação da cebola. Portaria Ministerial, n.º 529, de 18 de agosto de 1995. Brasília, 1995.

CAMARGO, A. P. **Balanco hídrico no Estado de São Paulo**. Boletim Técnico, 116, ed. 3, p. 24. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, 1971.

CAMARGO, D. C. Conservação, uso racional e sustentável da água. Ministério do Meio Ambiente e Agência Nacional de Águas (ANA), **Instituto de Pesquisa e Inovação na Agricultura Irrigada**. Fortaleza, CE. 2016.

CARVALHO, A. R. P.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; OLIVEIRA, G. M.; SANTOS, I. M. S.; ARAÚJO, J. F. Consumo hídrico, produtividade e qualidade da cebola sob diferentes manejos de irrigação em cultivo orgânico. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 3, p. 501-507, jul. – set. 2017.

CARVALHO, D. F.; CRUZ, E.S.; SILVA, W.A.; SOUZA, W. J.; ALVES S. T. Demanda hídrica do milho de cultivo de inverno no estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, p.112-118, 2006.

CARVALHO, D. F.; OLIVEIRA, L. F. C. O manejo da irrigação e o futuro da agricultura irrigada. In: Alysson Paolinelli; Durval Dourado Neto; Everardo Chartuni Mantovani. (Org.). **Diferentes abordagens sobre agricultura irrigada no Brasil: Técnica e Cultura**. 1ed.Piracicaba-SP: ESALQ/USP, 2021, v. 2, p. 65-77.

CARVALHO, L. G.; RIOS, G. F. A.; MIRANDA, W. L.; CASTRO N. P. Evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 3, p. 456-465. Goiânia, 2011.

CHAGAS, S. J. de R.; RESENDE, G. M. de; PEREIRA, L. V. Características qualitativas de cultivares de cebola no sul de Minas Gerais. **Cien. Agrotec.**, v. 28, n. 1, p. 102-106, jan-fev. 2004.

COELHO, R. D. A revolução azul no contexto da agricultura irrigada. In: e Alysson Paolinelli, Durval Dourado Neto e Everardo Chartuni Mantovani. (Org.). Diferentes abordagens sobre agricultura irrigada no Brasil: técnica e cultura. 1ed. Piracicaba: FEALQ, 2021, v. 2, p. 3-28.

CONCEIÇÃO, C. G. **Análise de crescimento e produtividade econômica do feijoeiro irrigado na região de Alegrete, RS.** Dissertação, Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria - RS, 2016.

COSTA, N. D.; ANDREOTTI, C. M. A cultura da cebola. **Embrapa Informação Tecnológica**; Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2002.

COSTA, N. D.; RESENDE, G. M. **Cultivo da cebola no Nordeste. Cultivares.** Embrapa Semiárido-Sistema de Produção (INFOTECA-E), nov. 2007.

COSTA, N. D.; RESENDE, G. M.; YURI, J. E. Cebola: Escolha adequada. **Cultivar Hortalças e Frutas**, v.14, p.6-8, 2016.

DE OLIVEIRA, G. M. et al. Avaliação de métodos de estimativas da evapotranspiração de referência em um cultivo de cebola irrigada. DOI: 10.12702/iii.inovagri.2015-a116. **INOVAGRI**, 2015.

DOTTO, L. **Semeadura direta de cebola: plantabilidade, desempenho de cultivares e características físico-químicas na conservação pós-colheita.** 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2020.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo da cebola no Nordeste.** ed. 3, p. 90. Brasília: EMBRAPA, 2007.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Solos, Embrapa Informática Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** p. 370. Brasília: EMBRAPA, 1999.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**, ed. 5. Brasília-DF, 2018.

ERNANI, P.R. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes às plantas.** ed. 2, p. 256 Lages (SC), 2016.

FACTOR T.L.; TRANI, P.E.; BREDA JÚNIOR, J.M.; PURQUERIO, L.F.V.; GRANGEIRO, L.C. Correção de solo e adubação. In: Nick, C.; Borém, A. (orgs.). **Cebola: do plantio à colheita**, cap.4, p.58-77. Viçosa: UFV, 2018.

FAO- Food Agriculture Organization. **Food and agriculture data**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 03 dez. 2020.

FEITOSA, J. R. F.; FERNANDES, H. C.; CECOM, P. R.; LEITE, D. M.; NERY, F. M. T.; PEREIRA, J. S. P. Onion yield as a function of soil tillage system and soil water content. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 2, p. 115- 120, 2020.

FEITOSA, S. O. **Uso de efluente doméstico tratado no cultivo da pimenta biquinho**. 2018. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes.pt: Pacote Experimental Designs (Portuguese)**. R package version 1.2.0, 2018. Disponível em: < <https://cran.r-project.org/web/packages/ExpDes.pt/index.html>>.

FERREIRA, E. R., BEZERRA, L. A., OLIVEIRA, T., CARVALHO, J.; SILVA, R. Benefícios do cultivo hidropônico em ambiente protegido. **Revista Conexão Eletrônica**, v. 14, p. 485-491, 2017.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**, ed. 3, p. 421. Viçosa: UFV, 2013.

FOOLADMAND, H. R.; HAGHIGHAT, M. Spatial and temporal calibration of Hargreaves equation for calculating monthly ETo based on Penman-Monteith method. **Irrigation and Drainage**, v. 56, n. 4, p. 439-444, 2007. 10.1002/ird.305.

GARCIA, J.; DE ARAÚJO, J. C.; MENEZES JÚNIOR, F. O. G. de. HARGREAVES & SAMANI SUBESTIMA A EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CEBOLA NO ALTO VALE DO ITAJAÍ. **IRRIGA**, [S. l.], v. 25, n. 2, p. 377–387, 2020. DOI: 10.15809/irriga.2020v25n2p377-387.

GOMES, A. R. M., D'ÁVILA, J. H. T., GONDIM, R. S., BEZERRA, F. C.; BEZERRA, F. M. L. Estimativa da evapotranspiração e coeficiente de cultivo da *Heliconia psittacorum* L x *H. spathocircinada* (Arist) cultivada em ambiente protegido. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 13-18. Fortaleza, 2006.

GONÇALVES, F. C.; GRANGEIRO, L. C.; SOUSA, V. F. L. de; SANTOS, J. P.; SOUZA, F. I.; SILVA, L. R. R.. Yield and quality of densely cultivated onion cultivars as function of nitrogen fertilization. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.23, n.11, p.847-851, 2019.

GONÇALVES, F. C., GRANGEIRO, L. C., SOUSA, V. F. L.; JESUS, P. M. M.; SILVA, G. A. Agronomic and qualitative performance of densely cultivated onion cultivars as affected by potassium fertilisation. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 4, p. 889-896. Mossoró, 2019.

GONÇALVES, F. D. C. **Desempenho agrônômico e qualitativo de cultivares de cebola sob sistema adensado em função da adubação nitrogenada e potássica**. 2018.

GONÇALVES, L. J., TAGLIAFERRE, C., CASTRO FILHO, M. N. D., GUIMARÃES, D. U. G.; ROCHA, F. A. Irrigameter use for estimating crop evapotranspiration in protected environment. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 3, p. 778-785. Mossoró, 2019.

GRANGEIRO, L. C.; SOUZA, J. O.; AROUCHA, E. M. M.; NUNES, G. H. S.; SANTOS, G. M. Características qualitativas de genótipos de cebola. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.1087-1091, 2008.

GUISELINI, C.; SENTELHAS, P.C.; PANDORFI, H.; HOLCMAN, E. Manejo da cobertura de ambientes protegidos: radiação solar e seus efeitos na produção da gérbera. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.6, p.645-652. Campina Grande, 2010.

GUISELINI, Cristiane; SENTELHAS, Paulo Cesar. Uso de malhas de sombreamento em ambiente protegido I: efeito na temperatura e na umidade do ar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 12, n. 1, p. 9-17, 2004.

HAFAEEZ, M.; CHATHA, Z. A.; KHAN, A. A.; GULSHAN, A. B.; BASIT, A.; TAHIRA, F. Comparative Analysis of Reference Evapotranspiration by Hargreaves and Blaney-Criddle Equations in Semi-Arid Climatic Conditions. **Current Research in Agricultural Sciences**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 52–57, 2020. DOI: 10.18488/journal.68.2020.72.52.57.

HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. Reference crop evapotranspiration from temperature. **Journal of Applied Engineering in Agriculture**, v.1, n.2, p.96-99. St Joseph, 1985.

HEIDARISOLTANABADIA, M. ; TAHANI, B. An Investigation into Energy Consumption for Onion Cropping. **ISESCO Journal of Science and Technology** v.12, p.50-56, 2016.

HENRIQUES, G. P.; GRANGEIRO, L. C.; PAULINO, R. D. C.; MARROCOS, S. D. T.; SOUSA, V. F.; RIBEIRO, R. M. Produção de cebola cultivada sob diferentes densidades de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 7, p. 682-687, Fev. 2014.

HIGASHIKAWA, F.S.; MENEZES JÚNIOR, F.O.G. Adubação mineral, orgânica e organomineral: efeitos na nutrição, produtividade, pós-colheita da cebola e na fertilidade do solo. **Scientia Agraria**, v.18, n.2, p.1-10. Curitiba, 2017.

IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos**, ed. 4, v. 1. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático de produção agrícola/fevereiro 2019**. Disponível em: Acesso em 10 abr. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal (pam)**. Rio de Janeiro, 2018. Acesso em: 15 jun. 2021.

IBGE. Censo Agro 2017. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/resultados-censo-agro-2017.html>. Acesso em: 03 nov. 2021.

IBGE. Produção de cebola – Brasil/Santa Catarina. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/cebola/br/sc>. Acesso em: 03 nov. 2021.

IDNANI LK AND GAUTAM HK. 2008. Water economization in summer green gram (*Vigna radiata* var *radiata*) as influenced by irrigation regimes and configurations. **Indian Journal of Agricultural Sciences** 78: 214-219.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática.

IPA – INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. **Pesquisas sobre cebola são destaques na Revista Campo e Negócios Hortifrúti**. Out. 2016. Disponível em: <http://www.ipa.br/novo/noticia?n=1288>. Acesso em: 17 jan. 2021.

JENSEN, M. E.; HAISE, H. R. Estimating evapotranspiration from solar radiation. **Journal of the Irrigation and Drainage Division-ASCE**, v. 4, n. 1, p. 15-41. New York, 1963.

KISHOR, S.; RAM, R. B.; MEENA, M. L.; KUMAR, S. Effect of spacing and different cultivars on growth and yield of onion under lucknow conditions. **International Journal of Pure & Applied Bioscience**, v. 5, n. 4, p. 612-616, 2017.

KUMAR, A.; KOSHTA, V. K.; AKASH, N.; TARAM, S. K. Seasonal incidence of major insect pests of onion in relation to biotic and abiotic factors. **Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences**, v. 6, n. 1, p. 201-205, 2017.

KURTZ, C.; ERNANI P. R.; PAULETTI V.; MENEZES JUNIOR F. O. G.; VIEIRA NETO J. Produtividade e conservação de cebola afetadas pela adubação nitrogenada no sistema de plantio direto. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 559-567, 2013.

KURTZ, C.; ERNANI, P. R.; COIMBRA, J. L. M.; PETRY, E. Rendimento e conservação de cebola alterados pela dose e parcelamento de nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 36, p. 865-876, 2012.

KURTZ, C.; MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; HIGASHIKAWA, F.S. **Fertilidade do solo, adubação e nutrição da cultura da cebola**. Florianópolis: Epagri, 2018.

LEITÃO, Erllan Tavares Costa et al. Método de Penman-Monteith e Hargreaves-Samani para obtenção da ETo em ano chuvoso e seco. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n. 4, p. 398-403, 2020.

LEITE, E. W. S.; SIMÕES, W. L.; GUIMARÃES, M. J. M.; BARROS, J. R. A.; ANGELOTTI, F.; SILVA, W. O. da. Produção e eficiência de uso da água pela cebola submetida a regimes de temperatura e lâminas de irrigação. *In*: III JORNADA DE INTEGRAÇÃO DA PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 3., 2018, Petrolina. **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). Anais**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2018. p. 109-114.

LIMA JUNIOR, J. C. D., ARRAES, F. D. D., OLIVEIRA, J. B. D., NASCIMENTO, F. A. L. D.; MACÊDO, K. G. D. Parametrização da equação de Hargreaves e Samani para estimativa da evapotranspiração de referência no Estado do Ceará, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, p. 447-454, 2016.

LOPES FILHO, A. F. **Demanda hídrica e produtividade da cebola irrigada, cultivada em sistema convencional e orgânico no Norte da Bahia**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2013.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. p. 638. Agronômica Ceres, 2006.

MANTOVANI, E. C.; DELAZARI, F. T.; DIAS, L. E.; ASSIS, I. D.; VIEIRA, G. H.; LANDIM, F. M. Eficiência no uso da água de duas cultivares de batata-doce em resposta a diferentes lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 4, p. 602-606, Out. 2013.

MARQUELLI, W. A.; COSTA, E. L.; SILVA, H. R. **Irrigação da cultura da cebola**. Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2005.

MARROCOS, S. T. P. **Produtividade e qualidade de cebola fertirrigada em função de doses de potássio e épocas de cultivo**. 2015. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2015.

MASCARENHAS, M. H. T. Cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, n.163, p.69-73, 1993.

MASSARANDUBA, Wendel de Melo. **Produção de cebola sob lâminas de irrigação e níveis de nitrogênio na bacia do rio Poxim**. 2020.

MASSARANDUBA, W. M; FILHO, R. R. G., Brito, M. E. B.; CARVALHO, C. M.; ARAÚJO, R. R.; OLIVEIRA, T. H. S. Produção e rendimento da cebola sob diferentes manejos hídrico e nutricional. **Revista Caatinga**, v. 35, n. 2, p. 402-411, 2022.

MATSUNAGA, W. K. **Evapotranspiração, coeficiente de cultivo e modelagem agrometeorológica da cebola cultivada no semiárido nordestino**. Dissertação de Mestrado em Meteorologia. 2019. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2019.

MEDEIROS, P. V. **Análise da evapotranspiração de referência a partir de medidas lisimétricas e ajuste estatístico de nove equações empíricas- teóricas com base na equação de Penman-Monteith**. 2008. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

MEKASHA, A., TESFAYE, K., DUNCAN, A. J. Trends in daily observed temperature and precipitation extremes over three Ethiopian eco-environments. **International Journal of Climatology** [online] v.34, 2014. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1002/joc.3816>.

MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; KURTZ, C. Produtividade da cebola fertirrigada sob diferentes doses de nitrogênio e densidades populacionais. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 571-579. 2016. DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620160418>.

MENEZES, Angelis Carvalho. **Produção de cebola sob diferentes lâminas de irrigação e densidades de plantio em ambiente protegido**. 2021.

NYATUAME M, AMPIAW F, OWUSU GV AND IBRAHIM BM. 2013. Irrigation scheduling and water use efficiency on cabbage yield. **International of Journal of Agronomy and Agricultural Research** 3: 29-35.

OLIVEIRA, A. S.; PAZ, V. P. S.; D'ANGIOLELLA, G. L. B.; PEREIRA, F. A. C. Programação da irrigação pelo método do balanço de água no solo. II aplicação culturas anuais. **Bahia Agrícola**, v. 7, n. 1, p. 73-80. Salvador, 2005.

OLIVEIRA, E. C.; CARVALHO, J. A.; ALMEIDA, E. F. A.; REZENDE, F. C.; SANTOS, B. G. dos; NIMURA, S. N. Evapotranspiração da roseira cultivada em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 3, p. 314–321. Campina Grande, 2014.

OLIVEIRA, G. M., SANTIAGO, E. J. P., RAMOS, M. D. M. V. B., CARVALHO R., R., GONÇALVES, I. S.; SILVA, R. R. Estimativa da evapotranspiração de referência para ambiente protegido. **Revista Irriga**, v. 1, n. 1, p. 21-30, 2017.

OLIVEIRA, G. M.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; BISPO, R. de C.; SANTOS, I. M. S.; LIMA, C. B. de A.; CARVALHO, A. R. P. de. Coeficiente de cultura e produtividade da cebola submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 969– 974, 2013.

OLIVEIRA, G. M.; SILVA, M. W.; DAAMEN, M. N.; CAVALCANTI, E. C. S.; LEITÃO, M. M.; V. B. R. Evapotranspiração da cultura da cebola. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 4, p. 58, 2015.

OLIVEIRA, J.M.; REZENDE, R.; FREITAS, P.S.L.; MALLER, A.; HARA, A.T.; SANTOS, F. A. S. Fertirrigação na cultura da água (Eruca sativa miller) conduzida em ambiente protegido. **Revista Irriga**, v. 21, p. 438-448, 2016.

OLIVEIRA, P. J. D. D. **Irrigação de precisão para a cultura de cebola** / Paulo José Desidério de Oliveira, p. 124. Jaboticabal, 2018.

OLIVEIRA, R. M.; REIS, R. A.; SILVA, R. P.; OLIVEIRA, G. O. N.; REIS, I. M. C.. PROMAI- Programa Para Manejo Da Irrigação. **X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2019.

OLIVEIRA, Thiago Herbert Santos. **Lâminas de irrigação e densidade de plantio na produção da cebola nos tabuleiros costeiros de Sergipe**. 2020.

OTREL, N.; MALDONADE, I. R.; OLIVEIRA, V. R. Colheita, Comercialização e pós-colheita de cebola. In: SOUZA, R. J.; ASSIS, R. P.; ARAUJO, J. C. (Org.). **Cultura da cebola: Tecnologias de produção e comercialização**. 1 ed. Lavras: UFLA, 2015, v. 1, cap. 12, p. 339-370.

ÖZGÖZ, E.; ALTUNTAŞ, E.; ASILTÜRK, M. Efeitos do preparo do solo na energia uso na agricultura de batata na Anatólia Central da Turquia. **Energia**, v.141, p.1517-1523, 2017.

PAVANI, L. C. **Evapotranspiração e produtividade em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*, cv Goiano Precoces) sob três níveis de potencial de água no solo**. 1985. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

PIVETTA, C. R.; HELDWEIN, A. B.; MALDANER, I. C.; RADONS, S. Z.; TAZZO, I. F.; LUCAS, D. D. Evapotranspiração máxima do pimentão cultivado em estufa plástica em função de variáveis fenométricas e meteorológicas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.7, p.768-775, 2010.

R STUDIO TEAM (2018). **RStudio: Integrated Development for R**. RStudio, Inc., Boston, MA Disponível em: <http://www.rstudio.com/>.

RESENDE G.M.; COSTA N. D. Produtividade e armazenamento de cebola (*Allium Cepa L.*) submetida a doses de nitrogênio e potássio via fertirrigação em cultivo de verão. **Ciência Agrotécnica**, v. 33, p. 1314-1320, 2009.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; SOUZA, R. J. **Cultivo da cebola no Nordeste**, v. 3 Petrolina: Embrapa Semiárido, Sistemas de Produção, 2007.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; YURI, J. E. Doses de nitrogênio na produtividade e classificação de bulbos de cultivares de cebola. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.10, n.3, p. 605 - 613, 2016.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; YURI, J. E. Doses de potássio na produtividade e armazenamento pós-colheita de cultivares de cebola. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.12, n.5, p. 2944 - 2953, 2018.

RESENDE, J. T. V.; MARCHESE, A.; CAMARGO, L. K. P.; MARODIN, J. C.; CAMARGO, C. K.; MORALES, R. G. F. **Produtividade e qualidade póscolheita de cultivares de cebola em sistemas de cultivo orgânico e convencional**. Bragantia. vol.69, n.2, p. 305-311. 2010.

RIBEIRO, R. B.; FILGUEIRAS, R.; RAMOS, M.C.A.; ALMEIDA, L.; GENEROSO, T.M.et al. Variabilidade espaço-temporal da condição da vegetação na agricultura irrigada por meio de imagens sentinel. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.11, nº.6, p. 1884 – 1893, Fortaleza, CE. 2017. Disponível em: < DOI: 10.7127/rbai.v11n600648.

RODRIGUES, G. S. O.; GRANGEIRO, L. C.; NEGREIROS, M. Z.; SILVA, A. C.; NOVO JÚNIOR, J. Qualidade de cebola em função de doses de nitrogênio e épocas de plantio. **Revista Caatinga**, v. 28, p. 239-247, 2015.

ROP, D. K.; KIPKORIR, E. C.; TARAGON, J. K. Effects of deficit irrigation on yield and quality of onion crop. **Journal of Agricultural Science**, 8: 112 -126, 2016.

SACCON, P. Water for agriculture, irrigation management. **Applied Soil Ecology**, v.123, p.793-796, 2018.

SANGUANINI, G. **Desempenho de métodos de estimativa de evapotranspiração de referência para a cidade de rio do sul, SC**. 2015. Monografia (Bacharel em Engenharia Agrônômica) -Instituto Federal Catarinense, Rio do Sul, 2015.

SANTA OLALLA, F. M.; DOMINGUEZ-PADILLA, A.; LOPEZ, R. Production and quality of onion crop (*Allium cepa* L.) cultivated in semi-arid climate. **Agricultural Water Management**, v. 68, n.1. p. 77-89, 2004

SANTIAGO, E. J. P.; OLIVEIRA, V. E. A.; DA SILVA, R. R., GONÇALVES, I. S.; DE OLIVEIRA, G. M. Ajuste da equação de Hargreaves e Samani a partir de dados lisimétricos para o município de Juazeiro-BA. **Revista Irriga**, p. 108-114. Edição Especial Irriga & Inovagri. Botucatu, 2016.

SANTOS, Lusivaldo Luíz dos. **Cultivares de cebola submetidas a diferentes lâminas de irrigação por gotejamento nos tabuleiros costeiros sergipano**. 2020.

SCHUNEMANN, A. P.; TREPTOW, R.; LEITE, D. L.; VENDRUSCOLO, J. L. Pungência e características químicas em bulbos de genótipos de cebola (*Allium cepa* L.) cultivados no alto vale do Itajaí, SC, Brasil. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 12, n. 1, p. 77-80, Jan-mar, 2006.

SILVA, M. T. L. **Avaliação de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para a região do vale do São Francisco** / Maiara Tatiane Lima Silva. Monografia de Conclusão de curso. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Serra Talhada, 2019.

SOBRAL, L. F.; VIEGAS, P. R. A.; SIQUEIRA, O. J. W.; ANJOS, J. L.; BARRETTO, M. C. de V.; GOMES, J. B. V. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, p. 251. Aracaju, 2007.

SOUZA, R. B. **Como plantar cebola – Calagem**. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 2004.

SOUZA, R. J.; ASSIS, R. P.; ARAÚJO, J.C. **Cultura da cebola: tecnologias de produção e comercialização**. 1.ed. Lavras, editora UFLA, 360 p. 2015.

VILAS BOAS, R. C.; PEREIRA, G. M.; SOUZA, R. J.; CONSONI, R. Desempenho de cultivares de cebola em função do manejo da irrigação por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 15, n. 2, p. 117-124. Agriambi, 2011.

VILLA NOVA, N. A. **Principais métodos climáticos de estimativa de aplicação de água de irrigação**. ESALQ/ Departamento de Física e Meteorologia, p. 22. Piracicaba, 1987.

YURI, J. E.; COSTA, N. D.; RESENDE, G. M. Características produtivas de cultivares de cebola no submédio do vale do São Francisco. **Revista de Ciências Agronômicas**, v.28, n.4, p.452-460, 2019.

YURI, J. E.; RESENDE, G. M.; COSTA, N. D. Produtividade de cultivares de cebola em diferentes populações de plantas em semeadura direta. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 3, p. 2716- 2724, maio, 2018.

ANEXO A – ANÁLISE DE SOLO



INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO ESTADO DE SERGIPE

Rua Campo do Brito, Nº371, Treze de Julho, CEP 49.020-380
Aracaju - SE - Brasil

Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090
CNPJ 07.258.529/0001-59

Relatório de Ensaios ITPS Nº 2507/21-1

Revisão 00

Cliente	Ketylen Vieira Santos	Telefone	79 9 9128 4504
Endereço	Rua Jasiel de Brito Côrtes, 320, CEP 49095-780	Contato(s)	Ketylen Vieira Santos
e-mail	ketylenvs@gmail.com	Fax	
Amostra(s)	Solo	Recepção	25/08/21

Laboratório de ensaios acreditado pela norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005

O escopo da acreditação pode ser visto em:

<http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble/docs/CRL0424.pdf>



Amostra	Campus Rural da Universidade Federal de Sergipe- São Cristovão/SE - Plantio de Cebola			Código	2507/21-01	Coleta em	25/08/21
Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensaio		
pH em Água (RBLE)	4,59	--	--	H ₂ O	01/09/21		
Cálcio + Magnésio (RBLE)	0,92	cmolc/dm ³	0,38	MAQS-Embrapa 2009, KCI	01/09/21		
Cálcio (RBLE)	0,55	cmolc/dm ³	0,22	MAQS-Embrapa 2009, KCI	01/09/21		
Alumínio (RBLE)	0,14	cmolc/dm ³	0,08	MAQS-Embrapa 2009, KCI	01/09/21		
Sódio (RBLE)	14,6	mg/dm ³	2,20	MAQS-Embrapa 2009, Mehlich-1	01/09/21		
Potássio (RBLE)	41,6	mg/dm ³	1,40	MAQS-Embrapa 2009, Mehlich-1	01/09/21		
Fósforo (RBLE)	6,10	mg/dm ³	1,39	MAQS-Embrapa 2009, Mehlich-1	01/09/21		

Legenda

(RBLE): Ensaio parte do escopo da acreditação deste laboratório como parte da Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios, sob número CRL 0424 pela norma NBR ISO/IEC 17025:2005.

MAQS-Embrapa: Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes, Embrapa 2009. Análise realizada em amostra de terra fina seca em estufa (t.f.s.e.) a 40°C. Conversão de Unidades: cmolc/dm³=meq/100g; g/dm³=% X 10; % = dag Kg⁻¹.

CTC: Capacidade de Troca Iônica.

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

LQ: Limite de Quantificação do Método.

Informações de Coleta

Coleta efetuada pelo cliente.

A descrição do material ensaiado é de inteira responsabilidade do cliente.

Aracaju, 03 de setembro de 2021.


Rivaldo Cordeiro Santos
Eng. Agrônomo
CREA-SE 1.308
Química Agrícola

Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos

A verificação da autenticidade deste documento pode ser feita baixando o documento original em www.itps.se.gov.br na aba Serviços clicando em Resultados de Análises usando o código LVCPM CFZ 326.

A Custódia das amostras é de 15 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para solos que é 90 dias e água que é 2 dias. Não se aplica a amostras perecíveis. Os resultados têm significado restrito e aplicam-se somente às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. O ITPS se isenta de qualquer responsabilidade pela reprodução parcial do mesmo.

RF-LBW-004, Rev. 00

Página: 1/1



INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO
ESTADO DE SERGIPE

Rua Campo do Brito, Nº371, Treze de Julho, CEP 49.020-380
Aracaju - SE - Brasil

Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090
CNPJ 07.258.529/0001-59

Relatório de Ensaios ITPS Nº 2507/21-2

Revisão 00

Cliente	Ketylen Vieira Santos	Telefone	79 9 9128 4504
Endereço	Rua Jasiel de Brito Côrtes, 320, CEP 49095-780	Contato(s)	Ketylen Vieira Santos
e-mail	ketylenvs@gmail.com	Fax	
Amostra(s)	Solo	Recepção	25/08/21

Os Resultados relatados abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste Laboratório

Amostra	Campus Rural da Universidade Federal de Sergipe- São Cristovão/SE - Plantio de Cebola			Código	2507/21-01	Coleta em	25/08/21
Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensaio		
pH da Pasta	5,27	--	--	MAQS-Embrapa			
Matéria Orgânica	9,38	g/dm3	--	WB (colorimétrico)	01/09/21		
Magnésio	0,37	cmolc/dm3	--	MAQS-Embrapa 2009, KCl	01/09/21		
Sódio	0,063	cmolc/dm3	--	MAQS-Embrapa 2009, Mehlich-1	02/09/21		
Potássio	0,11	cmolc/dm3	--	MAQS-Embrapa 2009, Mehlich-1	02/09/21		
Hidrogênio + Alumínio	1,24	cmolc/dm3	--	SMP	01/09/21		
pH em SMP	7,0	--	--	MAQS-Embrapa	01/09/21		
SB-Soma de Bases Trocáveis	1,09	cmolc/dm3	--	--	02/09/21		
CTC	2,33	cmolc/dm3	--	--	02/09/21		
PST	2,70	%	--	--	02/09/21		
V - Índice de Saturação de Bases	46,8	%	--	--	02/09/21		
Densidade Aparente	1,31	g/cm ³	--	Mét. da Proveta			
Condutividade Elétrica (Solos)	0,607	dS/m a 25°	--	--			
Umidade da Pasta	27,30	%	--	--			
Umidade a 0,33 atm	3,96	%	--	Extrator de Richards			
Umidade a 15 atm	3,24	%	--	Extrator de Richards			
Granulometria - Areia (Hidrômetro de Bouyoucos)	81,46	%	--	Densímetro de Bouyoucos	03/09/21		
Granulometria - Argila (Hidrômetro de Bouyoucos)	5,55	%	--	Densímetro de Bouyoucos	03/09/21		
Granulometria - Silte (Hidrômetro de Bouyoucos)	12,99	%	--	Densímetro de Bouyoucos	03/09/21		
Classificação textural (triângulo americano)	AREIA FRANCA	--	--	--			
Class. solo qto à salinidade (CTC,PST,pH,CE)	NORMAL	--	--	--			
Especificação p/ o tipo de solo	FORA DA CLASSIFICAÇÃO			MAPA-IN nº02 09/10/2008			
Recomendação de Adubação e Calagem por cultura	Cebola - Irrigada	--	--		03/09/21		
Calcareo	930	Kg/ha	--		03/09/21		
Adubação Básica - N - Nitrogênio	40	Kg/ha			03/09/21		
Adubação Básica - P2O5 - Fósforo	120	Kg/ha			03/09/21		
Adubação Básica - K2O - Potássio	120	Kg/ha			03/09/21		
Adubação de Cobertura - N - Nitrogênio	--	Kg/ha			03/09/21		
Adubação de Cobertura - K2O - Potássio	--	Kg/ha			03/09/21		

Recomendações para Cebola -Irrigada:

Utilizar a Tabela de Conversão para transformar N, P2O5 e K2O em fertilizantes comerciais.

A adubação nitrogenada poderá ser orgânica ou mineral.

Aplicar 50 kg de N por hectare aos 30 dias após o plantio como adubação em cobertura.

Fonte: Manual de Adubação e Calagem para o Estado da Bahia - 1989.

A Custódia das amostras é de 15 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para solos que é 90 dias e água que é 2 dias. Não se aplica a amostras perecíveis. Os resultados têm significado restrito e aplicam-se somente às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. O ITPS se isenta de qualquer responsabilidade pela reprodução parcial do mesmo.

RF-LBW-004, Rev. 00

Página: 1/2



**INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO
ESTADO DE SERGIPE**

Rua Campo do Brito, Nº371, Treze de Julho, CEP 49.020-380
Aracaju - SE - Brasil

Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090
CNPJ 07.258.529/0001-59

Relatório de Ensaios ITPS Nº 2507/21-2

Revisão 00

Cliente	Ketylen Vieira Santos	Telefone	79 9 9128 4504
Endereço	Rua Jasiel de Brito Côrtes, 320, CEP 49095-780	Contato(s)	Ketylen Vieira Santos
e-mail	ketylenvs@gmail.com	Fax	
Amostra(s)	Solo	Recepção	25/08/21

Legenda

MAQS-Embrapa: Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes, Embrapa 2009. Análise realizada em amostra de terra fina seca em estufa (t.f.s.e.) a 40°C. Conversão de Unidades: cmolc/dm³=meq/100g; g/dm³=% X 10; % = dag Kg⁻¹.

CTC: Capacidade de Troca Iônica.

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

LQ: Limite de Quantificação do Método.

Observações

Este laboratório adota como regra de decisão para a declaração da conformidade de seus resultados, não considerar a incerteza dos ensaios e amostragens para declarar se um resultado está conforme ou não com uma Legislação Ambiental, Lei, Resolução, Decreto, Regulamento, Publicação, Nota Técnica ou similar.

Informações de Coleta

Coleta efetuada pelo cliente.

A descrição do material ensaiado é de inteira responsabilidade do cliente.

Aracaju, 03 de setembro de 2021.

Rivaldo Cordeiro Santos
Eng. Agrônomo
CREA-SE 1.308
Química Agrícola

Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos

A verificação da autenticidade deste documento pode ser feita baixando o documento original em www.itps.se.gov.br na aba Serviços clicando em Resultados de Análises usando o código LVCPM CFZ 326.

A Custódia das amostras é de 15 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para solos que é 90 dias e água que é 2 dias. Não se aplica a amostras perecíveis. Os resultados têm significado restrito e aplicam-se somente às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. O ITPS se isenta de qualquer responsabilidade pela reprodução parcial do mesmo.

RF-LBW-004, Rev. 00

Página: 2/2