

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

WENDEL DE MELO MASSARANDUBA

PRODUÇÃO DE CEBOLA SOB LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E
NÍVEIS DE NITROGÊNIO NA BACIA DO RIO POXIM

SÃO CRISTÓVÃO – SE

2020

WENDEL DE MELO MASSARANDUBA

**PRODUÇÃO DE CEBOLA SOB LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E
NÍVEIS DE NITROGÊNIO NA BACIA DO RIO POXIM**

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

Orientador: Prof^o. Dr. Raimundo Rodrigues Gomes Filho

Coorientador: Prof^o. Dr. Clayton Moura de Carvalho

SÃO CRISTÓVÃO – SE

2020

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

Massaranduba, Wendel de Melo
M414p Produção de cebola sob lâminas de irrigação e níveis de
nitrogênio na bacia do rio Poxim / Wendel de Melo Massaranduba ;
orientador Raimundo Rodrigues Gomes Filho. – São Cristóvão,
SE, 2020.
74 f. : il.

Dissertação (mestrado em Recursos Hídricos) – Universidade
Federal de Sergipe, 2020.

1. Recursos hídricos. 2. Irrigação por gotejamento – Sergipe. 3.
Cebola – Meios de cultivo. 4. Adubação verde. 5. Produtividade
agrícola. 6. Poxim, Rio, Bacia (SE). I. Gomes Filho, Raimundo
Rodrigues. II. Título.

CDU 556.18:631.674.6(813.7)

WENDEL DE MELO MASSARANDUBA

PRODUÇÃO DE CEBOLA SOB LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E NÍVEIS DE NITROGÊNIO NA BACIA DO RIO POXIM

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

Aprovada em: 17 de fevereiro de 2020.

BANCA EXAMINADORA

Raimundo Rodrigues Gomes Filho
Dr. Raimundo Rodrigues Gomes Filho
(Orientador)

Rychardson Rocha de Araújo
Dr. Rychardson Rocha de Araújo

Olavo José Marques Ferreira
Dr. Olavo José Marques Ferreira

SÃO CRISTÓVÃO – SE

2020

RESUMO

A cebola (*Allium cepa* L.) é uma hortaliça com grande expressão no cenário nacional e internacional devido a sua versatilidade na alimentação humana, tendo elevada importância na geração de renda, principalmente para agricultura familiar. A utilização inadequada da água e nutrientes tem gerado conflitos e riscos ambientais, sendo indispensável o uso mais eficiente e sustentável. Objetivou-se através deste trabalho avaliar a aplicação de 5 lâminas de irrigação (50, 75, 100, 125 e 150% da evapotranspiração da cultura - ETc), na produtividade e qualidade de bulbos de cebola, submetidos a 4 doses de adubação nitrogenada (40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹), totalizando 20 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram dispostos em blocos casualizados e o fator lâmina de irrigação disposto em faixas. A aplicação das lâminas foi realizada com turno de rega diário através de sistema de irrigação por gotejamento. Após a colheita foram avaliados: produtividade total de bulbos, produtividade comercial de bulbos, massa média de bulbos comerciais, eficiência no uso da água para produtividade total de bulbos, eficiência no uso da água para produtividade comercial de bulbos, determinação do pH, sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável e relação formato de bulbo. As maiores produtividades total e comercial foram encontradas com a aplicação da lâmina estimada em 122% da ETc, 48,95 e 48,36 t ha⁻¹, respectivamente. As lâminas de irrigação que promoveram maior eficiência no uso da água para produção total e comercial foram estimadas em 74,24 e 86,25% da ETc, respectivamente. O teor de sólidos solúveis não foi influenciado pela diferenciação das lâminas de água e doses de nitrogênio.

Palavras-chave: *Allium cepa* L. Gotejamento. Sulfato de amônio. Evapotranspiração da cultura.

ABSTRACT

The onion (*Allium cepa* L.) is a vegetable with great expression in the national and international scene due to its versatility in human food, having high importance in the generation of income, mainly for family agriculture. The inadequate use of water and nutrients has generated conflicts and environmental risks, and more efficient and sustainable use is essential. The objective of this work was to evaluate the application of 5 irrigation depths (50, 75, 100, 125 and 150% of the crop evapotranspiration - ET_c), in the productivity and quality of onion bulbs, submitted to 4 doses of nitrogen fertilization (40, 80, 120 and 160 kg ha⁻¹), totaling 20 treatments and 4 repetitions. The treatments were arranged in randomized blocks and the irrigation blade factor arranged in bands. The application of the depths was carried out with a daily watering shift through a drip irrigation system. After harvest were evaluated: total bulb productivity, commercial bulb productivity, average mass of commercial bulbs, water use efficiency for total bulb productivity, water use efficiency for commercial bulb productivity, pH determination, soluble solids, titratable acidity, soluble solids / titratable acidity and bulb shape ratio. The highest total and commercial productivity were found with the application of the blade estimated at 122% of ET_c, 48.95 and 48.36 t ha⁻¹, respectively. The irrigation depths that promoted greater efficiency in the use of water for total and commercial production were estimated at 74.24 and 86.25% of ET_c, respectively. The content of soluble solids was not influenced by the differentiation of water depths and nitrogen doses.

Keywords: *Allium cepa* L. Drip. Ammonium sulfate. Crop evapotranspiration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Área irrigada total e participação das Regiões (1960 - 2015).....	14
Figura 2 - Mapa de Situação do Campus Rural - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	20
Figura 3 - Preparo do solo (Sementeira) - São Cristóvão - SE, UFS, 2019.....	22
Figura 4 - Preparo do solo (área definitiva) - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	23
Figura 5 - Semeadura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	23
Figura 6 - Capina Manual - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	24
Figura 7 - Esquema experimental	25
Figura 8 - Layout da parcela.....	25
Figura 9 - Manômetro analógico e registro de gaveta - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	26
Figura 10 - Confecção de gabarito - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	27
Figura 11 - Utilização de gabaritos - São Cristóvão - SE, UFS, 2019.....	27
Figura 12 - Cura à sombra - São Cristóvão - SE, UFS, 2019.....	29
Figura 13 - Médias diárias das temperaturas máximas e mínimas da área do experimento - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	32
Figura 14 - Média diária da umidade relativa do ar da área do experimento - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	34
Figura 15 - Médias de produtividade total de bulbos de cebola, em função das porcentagens das lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019.....	37
Figura 16 - Produtividade total de bulbos de cebola em função das doses de adubação nitrogenada, conforme porcentagem da recomendação para o estado de Sergipe - São Cristóvão - SE, UFS, 2019.....	38
Figura 17 - Médias de produtividade comercial de bulbos de cebola, em função das porcentagens das lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	40
Figura 18 - Produtividade comercial de bulbos de cebola em função das doses de adubação nitrogenada, conforme porcentagem da recomendação para o estado de Sergipe - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	42
Figura 19 - Média de massa média de bulbos comerciais em função das porcentagens das lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	43

Figura 20 - Eficiência no uso da água para produtividade total de bulbos em função das porcentagens das lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	46
Figura 21 - Eficiência no uso da água para produtividade total de bulbos em função das doses de adubação nitrogenada, conforme porcentagem da recomendação para o estado de Sergipe - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	48
Figura 22 - Eficiência no uso da água para produtividade comercial de bulbos em função das porcentagens das lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	50
Figura 23 - Eficiência no uso da água para produtividade comercial de bulbos em função das doses de adubação nitrogenada, conforme porcentagem da recomendação para o estado de Sergipe - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	51
Figura 24 - Potencial Hidrogeniônico em função das porcentagens das lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019.....	53
Figura 25 - Interação entre os fatores porcentagem de lâminas de irrigação e doses de adubação nitrogenada na variável acidez titulável - São Cristóvão - SE, UFS, 2019.....	56
Figura 26 - Interação entre os fatores lâmina de irrigação e doses de adubação nitrogenada para a relação sólidos solúveis / acidez titulável - São Cristóvão - SE, UFS, 2019.....	58
Figura 27 - Relação de formato do bulbo em função das porcentagens das lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019.....	59
Figura 28 – Relação de formato do bulbo em função das doses de adubação nitrogenada, conforme porcentagem da recomendação para o estado de Sergipe - São Cristóvão - SE, UFS, 2019.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características químicas do solo da área experimental na camada de 0 a 0,20 m de profundidade, antes do início do experimento - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	21
Tabela 2 - Reposição de água de cada tratamento e as correspondentes lâminas de água na sementeira, de precipitação, de irrigação por gotejamento no canteiro definitivo e totais aplicadas durante a condução do experimento - São Cristóvão - SE, UFS, 2019.....	35
Tabela 3 - Análise de variância para produtividade total de bulbos de cebola sob diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	36
Tabela 4 - Análise de variância para produtividade comercial de bulbos de cebola sob diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio - São Cristóvão - SE, UFS, 2019.....	39
Tabela 5 - Análise de variância para massa média de bulbos comercializáveis de cebola sob diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	43
Tabela 6 - Análise de variância para eficiência no uso da água (EUA) para produtividade total sob diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio - São Cristóvão - SE, UFS, 2019..	45
Tabela 7 - Análise de variância para eficiência no uso da água para produtividade comercial de bulbos sob diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio - São Cristóvão - SE, UFS, 2019.....	49
Tabela 8 - Análise de variância para potencial hidrogeniônico de bulbos de cebola submetidos diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	52
Tabela 9 - Análise de variância para sólidos solúveis de bulbos cebola submetidos diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio - São Cristóvão - SE, UFS, 2019.....	54
Tabela 10 - Análise de variância para acidez titulável de bulbos de cebola submetidos diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio - São Cristóvão - SE, UFS, 2019.....	55
Tabela 11 - Análise de variância para sólidos solúveis /acidez titulável de bulbos de cebola submetidos diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	57
Tabela 12 - Análise de variância para relação de formato do bulbo de cebola submetidos diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio - São Cristóvão - SE, UFS, 2019.....	59

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO	11
2.1	RECURSOS HÍDRICOS E SEGURANÇA ALIMENTAR.....	11
2.2	NORDESTE BRASILEIRO.....	12
2.3	IRRIGAÇÃO.....	13
2.4	CEBOLA.....	17
2.5	ADUBAÇÃO NITROGENADA	18
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
3.1	DESCRIÇÃO DA ÁREA	20
3.2	AMOSTRAGEM E ANÁLISE DO SOLO.....	21
3.3	CULTIVAR EMPREGADA.....	22
3.4	PREPARO DO SOLO E SEMEADURA	22
3.5	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	24
3.6	SISTEMA DE IRRIGAÇÃO	25
3.7	TRANSPLANTIO DE MUDAS E CONDUÇÃO	26
3.8	COLHEITA E VARIÁVEIS ANALISADAS	28
3.9	ANÁLISE ESTATÍSTICA	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1	CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	32
4.1.1	Temperatura.....	32
4.1.2	Umidade Relativa	33
4.2	LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO	34
4.3	PRODUTIVIDADE TOTAL DE BULBOS	36
4.4	PRODUTIVIDADE COMERCIAL DE BULBOS	39
4.5	MASSA MÉDIA DE BULBOS COMERCIAIS.....	42
4.6	EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA PARA PRODUTIVIDADE TOTAL DE BULBOS	45

4.7	EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA PARA PRODUTIVIDADE COMERCIAL DE BULBOS	48
4.8	pH.....	52
4.9	SÓLIDOS SOLÚVEIS	54
4.10	ACIDEZ TITULÁVEL	55
4.11	RELAÇÃO SÓLIDOS SOLÚVEIS / ACIDEZ TITULÁVEL	57
4.12	RELAÇÃO DE FORMATO DO BULBO	58
5	CONCLUSÕES.....	61
	REFERÊNCIAS.....	62

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da população no planeta, houve acréscimo da demanda por alimentos, fibras, combustíveis e água. Verifica-se que uma em cada nove pessoas sofre com algum tipo de restrição alimentar, sendo que os países em desenvolvimento são maioria. O uso de água para suplementar as necessidades das plantas e aumentar a produtividade das culturas agrícolas é uma forma de controlar a escassez de alimentos e aumentar a segurança alimentar, além de os recursos hídricos exercerem papel fundamental na manutenção da vida na terra, estando envolvidos em todas as atividades do homem, porém devido a má distribuição no globo terrestre quase sempre somados a uma gestão falha, gerando conflitos pelo uso (MCGUIRE, 2015).

Estima-se que mais de 70% da água doce global seja destinada a agricultura e que a demanda será crescente nas próximas décadas (FAO, 2017). O uso inadequado da água doce no mundo pode diminuir ainda mais o acesso a esse bem natural, aumentando a possibilidade de conflitos, tornando necessários mais eficiência no uso dos recursos naturais, que concedam o acesso de alimentos e água a todos, proporcionando a segurança alimentar.

A irrigação historicamente sempre esteve relacionada a sociedades bem-sucedidas, que atendiam a população com os alimentos provindos de áreas de agricultura supridas com água de algum corpo hídrico. Uma área irrigada pode produzir até quatro vezes mais que uma área de sequeiro, aumentando a produção e diminuindo o risco de efeitos da má distribuição das precipitações, aumentando a oferta de alimentos (DUNCAN *et al.*, 2008), sendo a irregularidade das chuvas no nordeste brasileiro uma das principais razões da falta de segurança alimentar e aumento do êxodo rural.

O semiárido brasileiro, que tem sua maior área na região Nordeste, abriga uma grande parcela da população brasileira, sofre com a variabilidade temporal e espacial de precipitações, aliada a solos rasos e altas taxas de radiação solar, tem baixa disponibilidade de recursos hídricos, associando assim um baixo índice de desenvolvimento humano (CAMPOS, 2015). Com o advento de políticas públicas, a partir de 1960, voltadas para incentivar a agricultura irrigada e o desenvolvimento regional, surgiram perímetros irrigados com o intuito de gerar empregos, renda e oferta de alimentos.

O emprego de irrigação localizada, que apresenta uma maior eficiência em relação a outros métodos, tem alcançado notoriedade por aplicar água com uma maior frequência e menor

intensidade, mitigando problemas do solo, tais como, erosão, perda de fertilizantes e flutuação hídrica (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006). A suplementação de água para as plantas era aplicada com base em aspectos visuais ou empíricos, obtendo avanços a partir da adoção de critérios científicos relacionados a clima, planta e solo. Parâmetros como evapotranspiração da cultura, evapotranspiração de referência e coeficiente da cultura, alcançaram popularidade devido à aplicabilidade em todo mundo (ALLEN *et al.*, 1998).

A cebola é uma das principais hortaliças produzidas e consumidas do mundo, e sua cadeia produtiva desempenha papel fundamental no Brasil, nos aspectos socioeconômicos, destacando-se na geração de renda, empregabilidade e diminuindo o êxodo rural (SANTOS; OLIVEIRA; LEITE, 2013). A cultura da cebola obteve boa aceitação no vale do rio São Francisco, sobretudo em atividades desenvolvidas por órgãos de pesquisa e extensão, que geraram pacotes tecnológicos e cultivares relacionadas à realidade regional. Apesar do êxito em alguns Estados do Nordeste, em Sergipe, a cultura possui pequena produção.

O uso de fertilizantes é uma das principais práticas agrícolas e visa diminuir as carências das plantas, aumentando teores de nutrientes que possam estar em déficit no solo, pois um nutriente em níveis insuficientes pode comprometer a produtividade das culturas agrícolas. Com o advento da sintetização de fertilizantes nitrogenados, aumentou-se a produtividade, mas surgiram problemas de ordem ambiental, principalmente relacionados aos recursos hídricos (MERCHÁN *et al.*, 2018). O uso inadequado de fertilizantes pode causar efeitos negativos nas culturas, além de perdas financeiras e ambientais, sendo necessários estudos voltados a dosagens corretas destes, a fim de favorecer a sustentabilidade e evitar riscos aos ecossistemas.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar, através do presente estudo, a produtividade e qualidade de bulbos de cebola submetidos a cinco lâminas de irrigação aplicadas por gotejamento, associadas a quatro doses de adubação nitrogenada, visando obter a lâmina que proporcione maior eficiência no uso da água.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 RECURSOS HÍDRICOS E SEGURANÇA ALIMENTAR

Um dos maiores desafios do século 21 é suprir as necessidades da sociedade moderna, levando em consideração que a população pode chegar rapidamente a nove bilhões de pessoas e que as exigências por alimentação, água, terra e energia precisam coexistir com as mudanças climáticas, os usos múltiplos da água e que os grandes centros urbanos necessitam ser sustentáveis junto aos meios de produção (BEDDINGTON, 2010; GODFRAY *et al.*, 2010; AMUNDSON *et al.*, 2015; BODIRSKY *et al.*, 2015).

Os recursos hídricos constituem-se em uma parte fundamental para a existência da vida na terra. A água é a substância mais abundante do planeta, apresentando-se em maior quantidade na forma salgada, proporcionando os processos biológicos e constituindo-se como solvente natural, estando presente em toda crosta terrestre em diferentes estados da matéria e diferentes quantidades (GLEICK, 1994; CHAPLIN, 2001; BARROW, 2016).

A água doce é encontrada nos rios, lagos, aquíferos e calotas polares em uma quantidade muito menor que a água salgada, é usada para os mais diversos fins, desde a ingestão direta pelos seres humanos e animais, como para setores industriais, produção de alimentos e como meio de depuração (MCDONALD; CHOI, 2011). Apesar de a água ser renovável, o seu uso desordenado e má distribuição, resulta da falta e originam conflitos pelo uso, gerando um grande desafio que deve ser transposto, através de gestão bem sucedida, visando o uso múltiplo desse recurso natural, a fim de suprir as necessidades básicas de toda a população, priorizando o consumo humano (JACKSON *et al.*, 2001; PEDRO-MONZONÍS *et al.*, 2015).

Cerca de 70% da água doce usada no mundo é destinada a agricultura, que nas últimas três décadas a produção aumentou em 100% e terá que aumentar mais 60% para atender as demandas alimentares até 2050. Afirma-se, ainda que, para obter um quilograma de cereais é consumido entre uma e três toneladas de água e até quinze toneladas de água para um quilo de carne. Estima-se ser necessário entre 2000 e 5000 litros de água para produção de alimentos para suprir uma pessoa por dia (FAO, 2017). A segurança alimentar é um dos principais problemas a serem enfrentados, devido ao aumento da população e dos padrões de vida, onde a renda define o consumo, sendo os países em desenvolvimento os mais atingidos, existindo uma perspectiva de uso em demasia dos recursos naturais, podendo causar conflitos pelo uso

(CARRUTHERS; ROSEGRANT; SECKLER, 1997; HUSSAIN; HANJRA, 2004; ALEXANDRATOS; BRUINSMA, 2012).

2.2 NORDESTE BRASILEIRO

As regiões semiáridas estão distribuídas, em quase todos os continentes e abrigam aproximadamente 20% da população mundial, correspondendo a quase 30% de área do globo. (SIVAKUMAR; DAS; BRUNINI, 2005). Geralmente, devido as limitações de precipitações, as regiões semiáridas apresentam um baixo índice de desenvolvimento humano, onde parte da população sofre com déficit de água e alimentos, não suprimindo as necessidades básicas, sendo sugeridos intensificação de estudos que proporcionem melhorias no entendimento e superação das condições edafoclimáticas (TANJI; KIELEN, 2002).

A região semiárida brasileira, em sua maior porcentagem, na região Nordeste, apresenta baixo desenvolvimento humano, abriga 29 milhões de pessoas e corresponde a 11,8% da população do país (LUSTOSA; APOLINARIO; SILVA, 2018). A região é composta em sua maioria, por solos novos e rasos e com baixa retenção de água. A pluviosidade é concentrada em quatro meses, apresentando uma alta variabilidade temporal e espacial, ocorrendo periodicamente um fenômeno natural conhecido por seca, que são períodos com baixa precipitação, podendo perdurar por anos (SILVA, 2004; MARENGO *et al.*, 2011). Períodos de seca causam elevados impactos sociais, econômicos e ambientais, visto, principalmente, na oferta de água para o consumo humano e na diminuição das safras agrícolas, gerando, principalmente fome e posteriormente êxodo rural para grandes centros urbanos (SILVA, 2004; MARENGO; TORRES; ALVES, 2017).

A mitigação dos efeitos das secas é essencial para manutenção da população local, a água tem importância para a agricultura familiar e criação de animais, sendo relevante para economia local, ressaltando a necessidade de políticas públicas de convivência com secas, direcionadas aos habitantes em vulnerabilidade social, que assegurem água potável, evitando êxodo (MARENGO; TORRES; ALVES, 2017).

Campos (2015) demonstra os efeitos das secas e relata a importância de políticas públicas e esforços de cientistas para debater o assunto que, muitas vezes, é deixado em segundo plano e expressa a necessidade de investimentos públicos em comunidades tradicionais, com

menor poder aquisitivo que sofrem com a fome e a sede, não sendo cumprido os direitos básicos a uma vida saudável e digna, ressalta ainda, a importância da política de distribuição de água através de carro-pipa e denuncia a ingerência dos recursos hídricos e financeiros públicos.

A falta de conhecimento e adaptabilidade de políticas voltadas para o Nordeste brasileiro são indícios do descaso com a população. Historicamente existem problemas que são usados com cunho político, afim de formação de curral eleitoral (CAMPOS, 2014). A seca sempre foi vista como algo que deveria ser extinto e não de convivência, fazendo com que, até hoje, tenha-se a dificuldade de implementação de projetos que consigam aprimorar a visão do ecossistema ao qual estão inseridos e suas peculiaridades (CAMPOS, 2015; CIRILO; MONTENEGRO; CAMPOS, 2017).

2.3 IRRIGAÇÃO

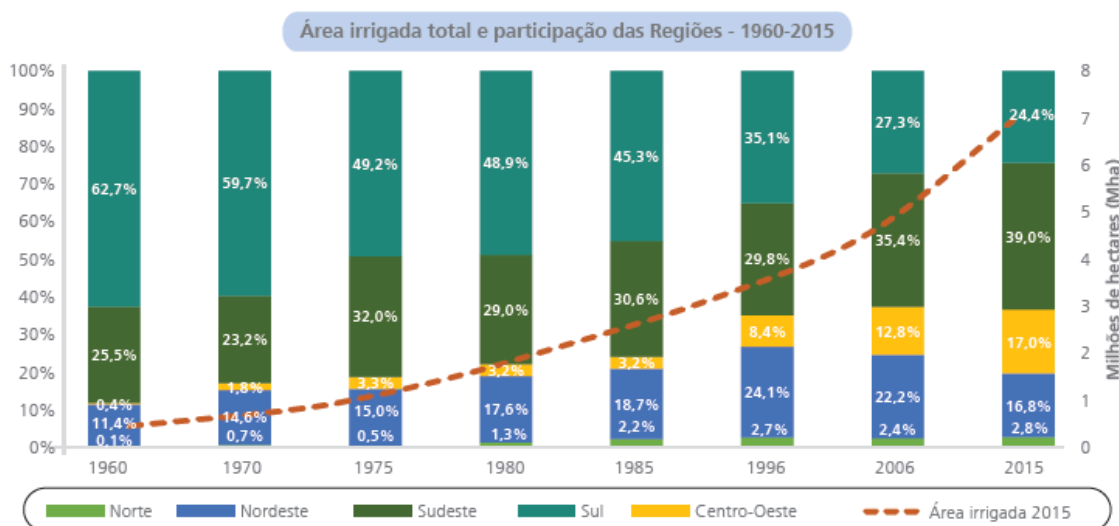
As principais civilizações obtiveram desenvolvimento quando alcançaram segurança alimentar, tais como egípcia, chinesa, indiana e greco-romana, através do aumento da oferta de alimentos, que eram produzidos a partir do uso de água de rios e outras fontes, onde a suplementação das necessidades das plantas se confunde com o início da sociedade, desde que deixou a vida nômade (CIRIACONO, 1998; BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006; ANA, 2017). A irrigação é uma técnica que aumenta o potencial de produção das culturas agrícolas, incrementando a produtividade, podendo até quadruplicá-la em relação à mesma área cultivada em sequeiro (DUNCAN *et al.*, 2008; GEERTS; RAES, 2009).

No Brasil, a irrigação obteve notoriedade no início do século XX, devido ao cultivo de arroz irrigado por inundação no sul do país (ANA, 2017), mas, o primeiro projeto de irrigação foi implantado no final da década de 1580, no Rio de Janeiro por padres jesuítas (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).

Considerando a distribuição temporal e espacial das precipitações no Nordeste Brasileiro e a ascendência de políticas de ações contra a seca, a irrigação, juntamente com a construção de açudes foi implantada com o objetivo de amenizar o sofrimento da população local (CAMPOS; STUART, 2001; CAMPOS, 2014; CAMPOS, 2015).

Na década de 1960, iniciou-se um aumento de políticas públicas para promoção da irrigação, principalmente na região Nordeste, a fim de promover o desenvolvimento. Na Figura 1, pode ser observado o aumento da irrigação no tempo e sua distribuição entre regiões do país.

Figura 1 - Área irrigada total e participação das Regiões (1960 - 2015)



Fonte: adaptado de ANA (2017).

Dentre várias políticas de desenvolvimento regional para o Nordeste, perímetros irrigados foi uma das principais estratégias para geração de empregos, diminuição da pobreza e geração de renda. Houve vultuosos esforços públicos para a criação de órgãos, como DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) e CODEVASF (Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba), que concederam lotes de terra irrigados para a população local, além de construção de obras hidráulicas para atender as necessidades de consumo humano e dessedentação animal (PONTES *et al.*, 2013; BUAINAIN; GARCIA, 2015).

A região Nordeste do Brasil, através dos investimentos públicos nas áreas irrigadas, destacou-se na produção de frutas e hortaliças que abastecem o mercado nacional e internacional (PAZ; TEODORO; MENDONÇA, 2000; LACERDA; LACERDA, 2004). Com a experiência exitosa da irrigação no vale do São Francisco, aumentou o uso da técnica em muitas regiões, criando polos de prática da técnica, gerando divisas para o Estado, emprego, renda e diminuindo o êxodo rural (ANA, 2017).

A agricultura, quando efetuada de forma inadequada, causa muitos danos ao ecossistema ao qual está inserido, e quando está associada à irrigação, existe uma

potencialização dos riscos, muitas vezes causando erosão, salinização do solo, poluição dos corpos hídricos e desperdício de fertilizantes (KHAN *et al.*, 2006; DU *et al.*, 2015; RUPÉREZ-MORENO *et al.*, 2017). A prática da agricultura com baixo impacto deve ser implantada de imediato, buscando a sustentabilidade do uso de todos os recursos naturais, priorizando a água, devido seu valor inestimado (TILMAN *et al.*, 2002; ROCKSTRÖM *et al.*, 2017).

As contribuições da agricultura irrigada são inegáveis, mas é necessária a sua modernização, afim de atender as novas demandas, com mais sustentabilidade aos ecossistemas, sendo de ampla relevância a constante adaptação da gestão da água para atender todos os usos, exigindo empenho de todos os setores (SCHILFGAARDE, 1994; ALBIZUA; PASCUAL; CORBERA, 2019). Espera-se que uma inovação no uso de tecnologias que aproveitem melhor a água, tornem a agricultura mais eficiente e sustentável, produzindo mais em menor unidade de área e com melhor aproveitamento de insumos e mão de obra (HOWELL, 2001; MONTEIRO *et al.*, 2018).

A agricultura irrigada atual tende a migrar para sistemas de irrigação que tenham maior eficiência, que consigam distribuir uma lâmina de água e diminuir as perdas entre o manancial e as raízes das culturas (NAKAYAMA; BUCKS, 1991; AYARS; FULTON; TAYLOR, 2015). O uso do gotejamento na irrigação tem obtido sucesso no aumento da produtividade e diminuindo desperdícios, apresentando alto grau de adaptabilidade a relevos e culturas usadas na alimentação humana (REYES-CABRERA *et al.*, 2016; PARIS *et al.*, 2018).

Gotejamento e microaspersão são sistemas de irrigação localizada, que aplicam água no solo próximo ao sistema radicular da planta, caracterizados por distribuir as lâminas em pequenas intensidades e alta frequência (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006; IRMAK; DJAMAN; RUDNICK, 2016). Quando comparados com outros sistemas, constata-se a eficiência do gotejamento, principalmente em culturas que exigem que o teor de água no solo fique próximo da capacidade de campo (AL-JAMAL; BALL; SAMMIS, 2001).

O estresse hídrico causa restrição no crescimento e produtividade dos vegetais, podendo até causar a morte, interfere diretamente na fotossíntese, nas trocas gasosas e no estado de resistência a pragas e doenças (BLUM, 2011). As lâminas de água aplicadas para obter produção são estudadas por diversos pesquisadores, que sustentam seus estudos em três linhas: planta, clima e solo, fundamentando seus estudos em busca de obter volumes de água que fomentem cultivos, obtendo bons resultados para os agricultores e os ecossistemas (MAROUELLI; SILVA; SILVA, 1996; ALLEN *et al.*, 1998; MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2006).

O uso da água nos cultivos irrigados, muitas vezes de forma empírica, com base em aspectos visuais das plantas, transcorrendo assim, erros, favorecendo o uso inadequado, seja por excesso, usando os recursos hídricos em demasia ou por falta, gerando perda de produtividade (MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2006). A evapotranspiração é uma forma de estimar o quanto as plantas, em sistema de cultivo, perdem água durante seus processos fisiológicos, que é a soma da evaporação (água líquida convertida em vapor de água) e da transpiração (água vaporizada contida em tecidos vegetais, principalmente através dos estômatos), esses fenômenos são comandados principalmente pela incidência de radiação solar no solo e planta, a temperatura do ar, a umidade e a velocidade do vento, além do porte e estádios fenológicos das plantas (ALLEN *et al.*, 1998).

Com a dificuldade de estabelecer um parâmetro confiável com os tipos de plantas usados para estimar a evapotranspiração, surgiu a padronização com uma cultura hipotética, que geralmente são gramíneas (em alguns casos alfafa) e foi denominada evapotranspiração de referência (ET₀). Dessa forma, é evidenciado o efeito dos fatores climáticos que influenciam na evapotranspiração, reduzindo a importância da cultura e do solo (ALLEN *et al.*, 1998). A determinação desse parâmetro pode ser pela utilização de um software denominado ET₀ Calculator, disponibilizado pela FAO, que utiliza no cálculo a equação de Penman-Monteith, de forma a atingir maior acurácia (ANNANDALE *et al.*, 2002).

Quando a cultura de interesse agrícola é cultivada com condições ótimas de água no solo, fertilização ideal e livre de plantas daninhas, para atingir o máximo de seu potencial produtivo pode ser quantificada a evapotranspiração da cultura (ET_c), em condições padrão, que é a quantidade de água consumida pela planta em um intervalo de tempo (ALLEN *et al.*, 1998). Levando em consideração a cultura agrícola, variedade e seu estágio fenológico, criou-se um fator para adequar a quantidade de água utilizada, chamado de coeficiente de cultura (K_c), que é a razão entre a evapotranspiração da cultura e a evapotranspiração de referência (HARGREAVES, 1994; ALLEN *et al.*, 1998).

A cultura da cebola (*Allium cepa* L.) é sensível à flutuação hídrica do solo, atingindo sua produtividade quando o teor de umidade é menor que 75% da água útil na zona efetiva de raízes (0,20 m), sendo que o excesso retarda o ciclo e favorece o surgimento de anomalias fisiológicas (FILGUEIRA, 2013). Com relação ao coeficiente de cultura para a cebola sob sistema de irrigação por gotejamento, Marouelli, Costa e Silva (2005) propõem a divisão em quatro fases fenológicas: inicial, vegetativo, bulbificação e maturação, com respectivos valores de 0,60, 0,80, 0,95 e 0,65.

2.4 CEBOLA

A cebola (*Allium cepa* L.) pertence à família Liliaceae e gênero *Allium*, é uma das hortaliças mais consumidas do mundo, sendo de origem asiática (Irã e Paquistão), porém, pode ser encontrada e consumida em todos os continentes, sua expansão é devido à praticidade no consumo e o valor nutricional (FILGUEIRA, 2013). No Brasil, em 2018, foi cultivada numa área de 48.629 hectares, atingido a produção de 1.549.597 toneladas do bulbo, com uma produtividade média de 31,954 toneladas por hectare (IBGE, 2019).

A cadeia produtiva da cebola tem grande capacidade de fixação do homem no campo, nos locais onde ocorre sua implantação, aumenta-se a criação de postos de trabalho e a criação de renda. A agricultura familiar é responsável pela maior parte da produção de cebola no Brasil, ficando proeminente o papel socioeconômico, evitando êxodo rural e proporcionando uma vida digna aos produtores (VILELA *et al.*, 2005; SANTOS, OLIVEIRA; LEITE; 2013).

A inserção da cebola no Nordeste foi um avanço no campo da empregabilidade, geração de renda e melhorias das condições de vida dos nordestinos. Esse avanço tem relação direta com o empenho do IPA (Instituto Agrônomo de Pernambuco) e EMBRAPA Semiárido (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), que conceberam pacotes tecnológicos voltados para a região, tal como, cultivares específicas, promovendo o desenvolvimento, juntamente com os agricultores locais (COSTA *et al.*, 2002; COSTA; RESENDE, 2007; SANTOS; OLIVEIRA; LEITE; 2013).

O desenvolvimento de cultivares adaptadas as condições edafoclimáticas foi um dos principais fatores para o crescimento das culturas no Nordeste, as cultivares desenvolvidas pelo IPA foram fundamentais, destacando-se as cultivares: Composta IPA-6, Franciscana IPA-10, Vale Ouro IPA-11 e Brisa-IPA 12. Essa cultivares podem atingir produtividades maiores que trinta toneladas por hectare, com ciclo em torno de 130 dias após a semeadura (COSTA; RESENDE, 2007).

O Brasil possuía até o início do século XXI baixas produtividades na cultura da cebola, com média próxima a 20 toneladas por hectare, com o uso de novas tecnologias, em especial da irrigação, fertilização e controle de pragas e doenças, tem-se verificado o aumento na produtividade (COSTA; RESENDE, 2007; SANTOS; OLIVEIRA; LEITE; 2013; ANA, 2017).

Os estados que mais produzem a cultura da cebola no Nordeste são Bahia e Pernambuco, que produziram, respectivamente, 242.789 e 44.553 toneladas no ano de 2018 (IBGE, 2019).

O Estado de Sergipe tem uma produção de cebolas inexpressiva (18 toneladas) e contava com 51 estabelecimentos que dedicavam-se a esta atividade em 2017. O município que apresentou maior produção foi Areia Branca, com produção de 13 toneladas (IBGE, 2017). Essa baixa produção pode estar correlacionada com a falta de incentivos, fiscais e financeiros, assistência técnica e desconhecimento sobre a cultura.

2.5 ADUBAÇÃO NITROGENADA

As plantas demandam para completar seu ciclo de crescimento e produção, água, gases, luz e nutrientes. Os nutrientes são importantes por apresentarem várias funções na planta, desde a presença na sua estrutura, fazendo parte de parede celular e outras organelas, até como, essenciais em reações (TAIZ; ZEIGER, 2004). A oferta reduzida de um nutriente diminui a produtividade das plantas, o nutriente que estiver em maior déficit vai estabelecer o potencial de produção, mesmo que os outros estejam nas condições ideais, conhecida como lei do mínimo (MALAVOLTA, 2006).

O nitrogênio é um macronutriente que está relacionado com vários processos bioquímicos e fisiológicos, sendo indispensável para melhorar a produtividade dos cultivos agrícolas. A deficiência desse nutriente causa clorose nas folhas mais velhas, pois ocorre a translocação para os pontos mais novos a fim de promover crescimento, principalmente nas células apicais (TAIZ; ZEIGER, 2004; FILGUEIRA, 2013).

O crescimento vegetativo está totalmente correlato com o aporte de nitrogênio disponível para as plantas, na sua falta, faz-se necessária uma suplementação através de doses adequadas, sendo possível a expansão de área foliar, responsável pela fotossíntese, aumentando o potencial de produção das culturas (FILGUEIRA, 2013; BAPTESTINI, *et al.*, 2018). Quando usado excessivamente, o nitrogênio pode deixar as plantas mais susceptíveis a doenças, promover o alongamento exagerado, deixando-as propícias a tombamento e a danos mecânicos, prolongar o ciclo vegetativo, inibir a absorção de outros nutrientes, prejudicar a qualidade dos

produtos colhidos e reduzir o tempo de prateleira e causar sensibilidade das folhas, causando queima (FILGUEIRA, 2013; KURTZ *et al.*, 2012; PÔRTO *et al.*, 2012).

No século XX, quando surgiu a primeira patente da síntese de amônia, aumentaram a oferta e o uso de fertilizantes nitrogenados em áreas agrícolas, esse aumento elevou as produtividades das culturas e, conseqüentemente, a segurança alimentar, mas o uso inadequado, e quase sempre excessivo, aliado a falta de conhecimento sobre seu ciclo e a demanda pelas plantas, fazem com que ocorra o risco de poluição de solos e mananciais, diminuindo a diversidade e aumentando a eutrofização de corpos hídricos (ERISMAN *et al.*, 2008; MERCHÁN *et al.*, 2018).

As hortaliças têm grande demanda por nitrogênio, considerando, sua proporção de folhagem, desenvolvimento acelerado e um sistema radicular pouco profundo, existindo uma correlação direta e positiva da quantidade desse elemento utilizado e a produtividade, desde que não exceda a dose, o que causaria intoxicação (FILGUEIRA, 2013). O nitrogênio é o segundo elemento mais extraído pela cebola, sendo superado, apenas, pelo potássio (FILGUEIRA, 2013; BAPTESTINI, *et al.*, 2018).

A dinâmica do nitrogênio faz com que seja dificultosa a sua quantificação e recomendação de doses, sendo variável no tempo e no manejo do solo, são necessários estudos que adequem as culturas, as condições edafoclimáticas e tipos de manejo (BAPTESTINI *et al.*, 2018). O cuidado com os aspectos produtivos e ambientais são necessários para que tenhamos uma produção mais eficiente e que diminua o impacto nos ecossistemas (PENUELAS *et al.*, 2013).

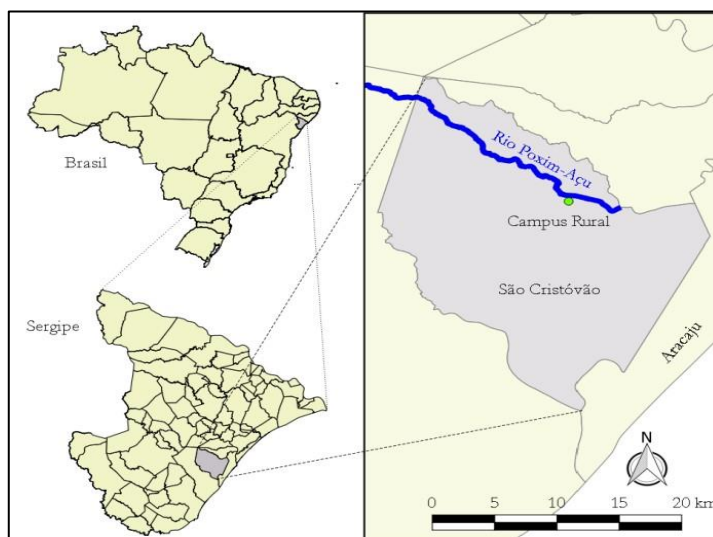
O sulfato de amônio é um fertilizante que possui em sua composição 20% (podendo variar de entre 18 e 22%) de nitrogênio e 22% de enxofre, apresentando-se em forma de grânulos brancos e sendo largamente utilizado na agricultura. Os principais fertilizantes nitrogenados e suas respectivas porcentagens de nitrogênio são: amônia anidra (82%), uréia (45%), nitrato de amônio (34%), fosfato de monoamônico-MAP (9%) e fosfato de diamônico-DAP (17%) (DIAS; FERNANDES, 2006).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA

O experimento foi implantado na fazenda experimental do Centro de Ciências Agrárias e Aplicada da Universidade Federal de Sergipe, denominado “Campus Rural” situado nas coordenadas 10°55’S e 37°11’O e altitude de 18 metros em relação ao nível médio dos mares, no município de São Cristóvão – Sergipe (Figura 2). O solo da região é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, distrófico típico (EMBRAPA, 2013). De acordo com a classificação Köppen, a região apresenta clima As, tropical chuvoso com verão seco e pluviometria em torno de 1200 mm anuais, com chuvas concentradas (70%) entre os meses de abril e setembro (ALVARES *et al.*, 2013).

Figura 2 - Mapa de Situação do Campus Rural - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



Fonte: adaptado de SERGIPE, 2013

O experimento teve início com a semeadura no dia 01/11/2018 e o transplântio das mudas foi realizado no dia 10/12/2018.

3.2 AMOSTRAGEM E ANÁLISE DO SOLO

Para o experimento, foram coletadas 20 amostras simples na profundidade 0-0,20 m, formando uma amostra composta e enviada para análise química no ITPS – Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe, segundo metodologias descritas pelo Manual de Análise Química de Solos, Plantas e Fertilizantes da EMBRAPA (1999). Os resultados obtidos estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Características químicas do solo da área experimental na camada de 0 a 0,20 m de profundidade, antes do início do experimento - São Cristóvão - SE, UFS, 2019

Sigla	Método	Valor	Unidade
pH	H ₂ O	6,33	----
Ca ²⁺	KCl	1,28	cmolc dm ⁻³
Al ³⁺	KCl	<0,08	cmolc dm ⁻³
Na ⁺	Mehlich ⁻¹	3,30	mg dm ⁻³
K	Mehlich ⁻¹	27,10	mg dm ⁻³
P	Mehlich ⁻¹	12,60	mg dm ⁻³
MO	WB (calorimétrico)	11,70	g dm ⁻³
Mg ²⁺	KCl	0,93	cmolc dm ⁻³
H + Al	SMP	1,43	cmolc dm ⁻³
SB	----	2,29	cmolc dm ⁻³
CTC	----	3,72	cmolc dm ⁻³
PST	----	0,38	%
V	----	61,60	%

Legenda:

MO: Matéria Orgânica; SB: Soma de Bases Trocáveis; CTC: Capacidade de Troca de Cátions; PST: Porcentagem de Sódio Trocável; V: Índice de Saturação de Bases; WB: Método Walkley-Black; SMP: Shoemaker, Mac lean e Pratt.

Com base nesses resultados, foram executadas a interpretação e recomendação da calagem e adubação para a cultura da cebola, conforme as recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe (SOBRAL *et al.*, 2007).

3.3 CULTIVAR EMPREGADA

A cultivar escolhida foi a Franciscana IPA-10, devido à adaptabilidade a região e elevado nível de resistência a doenças. Os bulbos possuem formato globo achatados, coloração roxa avermelhada e elevada pungência, apresenta elevada aceitação no mercado nordestino, pode ser cultivada o ano inteiro na região Nordeste, capacidade produtiva acima de 30 toneladas por hectare (COSTA; RESENDE, 2007).

3.4 PREPARO DO SOLO E SEMEADURA

A área de cultivo foi dividida em duas partes: sementeira e área definitiva (Figuras 3 e 4). Primeiramente foi realizada a aração do solo na profundidade de 0,20 m para inversão de camadas. Nesta etapa, o calcário dolomítico e a matéria orgânica (esterco bovino) foram incorporados ao solo. O calcário na dose de 680 kg ha^{-1} a fim de elevar a saturação por bases a 80%. Foi distribuído material orgânico na quantidade de 20 toneladas por hectare. Posteriormente, foram construídos canteiros com rotoencanteirador mecânico, na largura de 1,20 m e altura de 0,20 m.

Figura 3 - Preparo do solo (Sementeira) - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



Figura 4 - Preparo do solo (área definitiva) - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



A sementes foram distribuídas em sulcos no canteiro com profundidade de 5 mm e distanciados em 0,20 m (Figura 5). Cada sulco possuía 1,20 m de comprimento e foram uniformemente distribuídas 80 sementes por sulco.

Figura 5 - Semeadura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



Em seguida os sulcos foram cobertos com solo e recobertos com folhas de coqueiro. Decorridos 7 dias, as folhas de coqueiro foram retiradas da sementeira. Nesta etapa a umidade foi mantida com irrigação por microaspersão com frequência de duas vezes ao dia. O controle

de plantas daninhas foi executado semanalmente, através de capina manual até o quadragésimo dia após a semeadura (Figura 6).

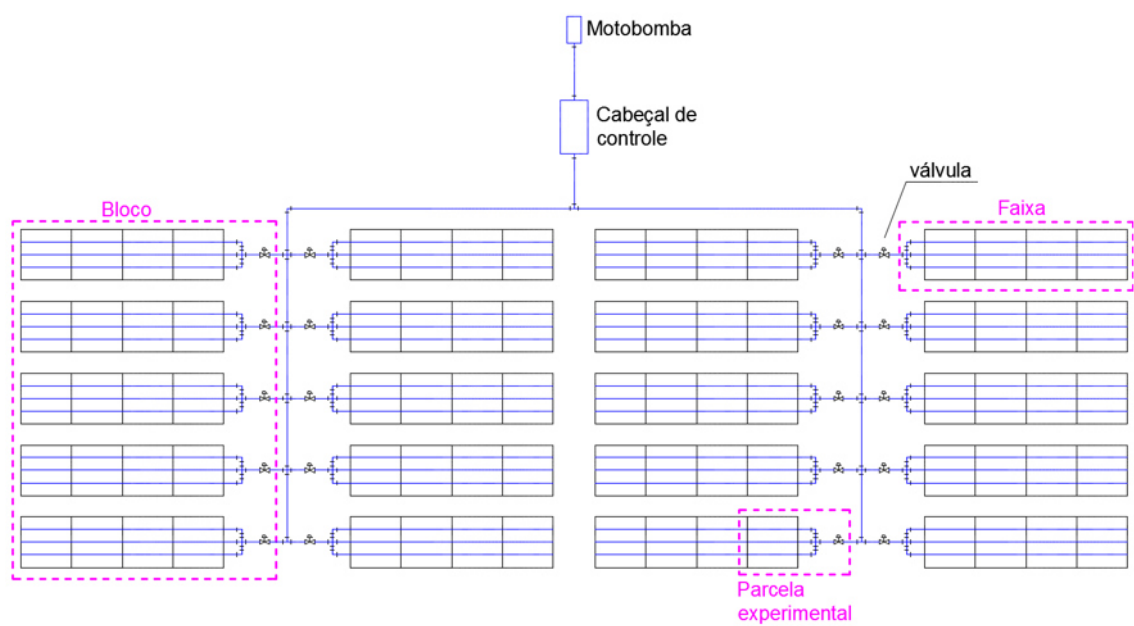
Figura 6 - Capina Manual - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

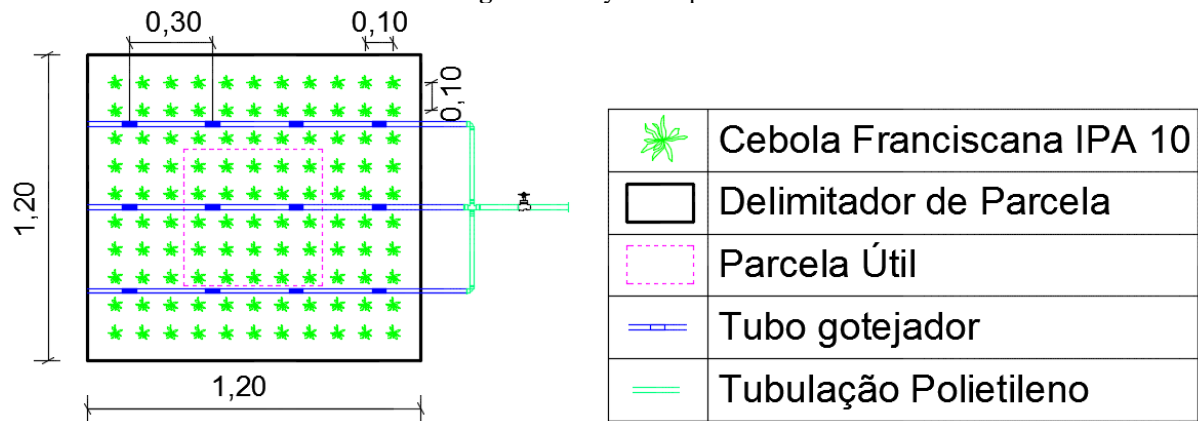
O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, e o fator lâmina de irrigação disposto em faixas, no total o experimento foi constituído de 20 tratamentos com quatro repetições (Figura 7). Os tratamentos consistiram da combinação de cinco lâminas de irrigação referentes a 50, 75, 100, 125 e 150% da evapotranspiração da cultura (ETc) e quatro doses de adubação nitrogenada (40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹) equivalentes a 50, 100, 150 e 200% da recomendação de adubação para o Estado de Sergipe, tendo como fonte o sulfato de amônio e baseadas na análise de solo do local, correspondendo a 160, 380, 570 e 760 kg ha⁻¹.

Figura 7 - Esquema experimental



As parcelas experimentais (Figura 8) possuíam dimensões de 1,20 m de largura por 1,20 m de comprimento (1,44 m²). Foi considerado como sendo útil, a parte central da parcela.

Figura 8 - Layout da parcela



Obs: medidas em metro.

3.6 SISTEMA DE IRRIGAÇÃO

As irrigações foram realizadas utilizando-se tubos gotejadores com emissores espaçados de 0,30 m e vazão de 1,8 L h⁻¹. Em cada faixa (canteiro) foram instalados três tubos

gotejadores espaçados 0,30 m, sendo o turno de rega diário. As linhas de gotejadores foram conectadas à linha de derivação de polietileno, tendo em cada início de linha lateral um registro. A pressão de serviço foi de 1,8 bar (25,6 psi) conforme as recomendações do fabricante dos tubos gotejadores, em conformidade com a faixa de pressão recomendada por Marouelli, Braga e Andrade Junior (2012). A pressão era aferida com auxílio de manômetro analógico e regulada manualmente através de registro de gaveta (Figura 9).

Figura 9 - Manômetro analógico e registro de gaveta - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



3.7 TRANSPLANTIO DE MUDAS E CONDUÇÃO

Transcorridos 40 dias após semeadura ocorreu o transplântio das mudas. Com o intuito de padronizar o espaçamento, foi utilizado um gabarito pré-fabricado de madeira e pregos, os quais eram pressionados no solo formando pequenos orifícios que serviam como orientação para garantir o espaçamento proposto (Figuras 10 e 11).

Figura 10 - Confeção de gabarito - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



Figura 11 - Utilização de gabaritos - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



As lâminas de irrigação, para cada tratamento, foram obtidas mediante diferentes tempos de funcionamento das linhas laterais. Esse tempo foi obtido através do cálculo pela equação 1.

$$T = \frac{Li \cdot Ep \cdot EL}{q} \quad (1)$$

Em que:

T = Tempo de irrigação para cada tratamento, h;

L_i = Lâmina de irrigação para cada tratamento, mm;

E_p = Espaçamento entre plantas para cada tratamento, m;

E_L = Espaçamento entre linhas, m;

q = Vazão média dos gotejadores, $L\ h^{-1}$.

As lâminas de irrigação aplicadas foram obtidas em função da evapotranspiração da cultura (ET_c). Para o cálculo da ET_c foi estimada a Evapotranspiração de Referência (ET_0) através de dados meteorológicos, aferidos por estação meteorológica automática, localizada a 27 metros da área de cultivo definitivo. As variáveis meteorológicas utilizadas foram: temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar, vento e precipitação por chuva. Através de software de domínio livre, disponibilizado pela FAO, denominado de ET_0 Calculator, baseado no método de Penman-Monteith-FAO, obteve-se a Evapotranspiração de Referência diária.

De posse da estimativa da ET_0 , foi multiplicada pelo coeficiente da cultura da cebola (K_c) proposto por Marouelli, Costa e Silva (2005), obteve-se a lâmina líquida. Esta, quando associada ao fator de eficiência do sistema de irrigação, resultou na lâmina bruta.

Os valores de K_c estão relacionados com cada estágio de desenvolvimento da cultura da cebola, que segundo Marouelli, Costa, Silva (2005), estão divididos em quatro níveis: inicial, desenvolvimento, bulbificação e maturação, recomendando os seguintes valores: 0,60; 0,80; 0,95 e 0,65, respectivamente, quando utilizada a irrigação por gotejamento.

Foram usados para adubação, no caso da nitrogenada (fonte sulfato de amônio) conforme o delineamento estabelecido, a dose de fósforo P_2O_5 , 120 $kg\ ha^{-1}$ (superfósforo simples, 666,67 $kg\ ha^{-1}$) e potássio K_2O 160 $kg\ ha^{-1}$ (cloreto de potássio, 266,67 $kg\ ha^{-1}$). O superfósforo simples foi aplicado em dose única aos canteiros no local de cultivo definitivo antes do transplantio. O cloreto de potássio e o sulfato de amônio foram divididos em duas parcelas iguais, correspondente a 50% do total da recomendação e foram aplicados da seguinte forma: 10 e 45 dias após do transplantio, distribuídos a lanço.

Foram executadas capinas manuais para controle de plantas daninhas sempre que necessário.

3.8 COLHEITA E VARIÁVEIS ANALISADAS

A colheita foi realizada quando em média 90% das plantas estavam em estado de tombamento, conhecido como (estalo). Foram colhidas para fins de avaliação 25 plantas e posteriormente submetidas ao processo de cura. Estas permaneceram por três dias expostas ao sol e cinco dias à sombra (Figura 12), efetuando-se, em seguida, o corte da parte aérea e raízes (MAROUELLI; COSTA; SILVA, 2005).

Figura 12 - Cura à sombra - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



As variáveis analisadas foram:

- Produtividade total de bulbos: Obtida pelo somatório da produtividade comercial e não comercial, considerando a produção da parcela útil e sua respectiva área, sendo estimada a produtividade por hectare e os resultados expressos em kg ha^{-1} . Vale ressaltar que a área utilizada para estimar a produtividade foi estimada em 80% do valor de um hectare, uma vez que foi considerada a área entre os canteiros;
- Produtividade comercial de bulbos: Os bulbos foram classificados conforme a Portaria Ministerial nº 529, de 18 de agosto de 1995 (BRASIL, 1995), usando os critérios descritos no Quadro 1. Tais normas estabelecem que bulbos acima de 35 mm de diâmetro transversal estão categorizados como comerciais. A produtividade de bulbos comerciais foi obtida pela razão da produção da massa de bulbos (classificados como comerciais) pela área, expressa em t ha^{-1} ;

Quadro 1 - Classificação dos bulbos

CLASSES	DIÂMETRO TRANSVERSAL DO BULBO (mm)
1	≤ 35
2	> 35 até 50
3	> 50 até 70
4	> 70 até 90
5	> 90

- Massa média de bulbos comerciais: obtida pela divisão da produção comercial pelo número de bulbos comercializáveis colhidos na parcela, expressa em g bulbo⁻¹;
- Eficiência no uso da água para produtividade total de bulbos: foi determinada por meio da relação entre os valores de produtividade total de bulbos (kg ha⁻¹) e as respectivas quantidades de água fornecidas (mm), em cada tratamento, durante o período de cultivo da cultura. Os resultados foram expressos em kg ha⁻¹ mm⁻¹;
- A eficiência no uso da água para produtividade comercial de bulbos: foi determinada por meio da relação entre os valores de produtividade comercial de bulbos (kg ha⁻¹) e as respectivas quantidades de água fornecidas (mm), em cada tratamento, durante o período de cultivo da cultura. Os resultados foram expressos em kg ha⁻¹ mm⁻¹;
- Sólidos solúveis: determinado por refratometria segundo o método da AOAC (1992), por leitura direta em refratômetro digital, sendo os dados expressos em °Brix;
- Acidez titulável: determinada utilizando-se extrato aquoso obtido por diluição de 1 mL do suco, em 19 mL de água destilada, adicionando três gotas de fenolftaleína 1%. Por meio de titulação com solução de NaOH (0,1 N), previamente padronizada, sendo os dados expressos em percentual de ácido pirúvico;
- Relação sólidos solúveis / acidez titulável: determinada pelo quociente entre os sólidos solúveis e acidez titulável, de acordo com Chitarra e Chitarra (2005);
- Relação de formato do bulbo: a determinação foi realizada em todos os bulbos da parcela útil, com auxílio de paquímetro digital determinado o comprimento

longitudinal e o diâmetro transversal do bulbo. A relação de formato de bulbo será determinada pela razão do comprimento e diâmetro do bulbo;

- pH: Conforme método estabelecido por AOAC (1992) e utilização de potenciômetro digital em imersão.

3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e posteriormente a análise de variância. As variáveis afetadas significativamente aos níveis de 1 e 5% de probabilidade pelos tratamentos foram analisadas pelo teste F e regressão. Foram gerados gráficos no software estatístico R (R Core Team, 2019) com o pacote ExpDes.pt (FERREIRA, CAVALCANTI, NOGUEIRA, 2018).

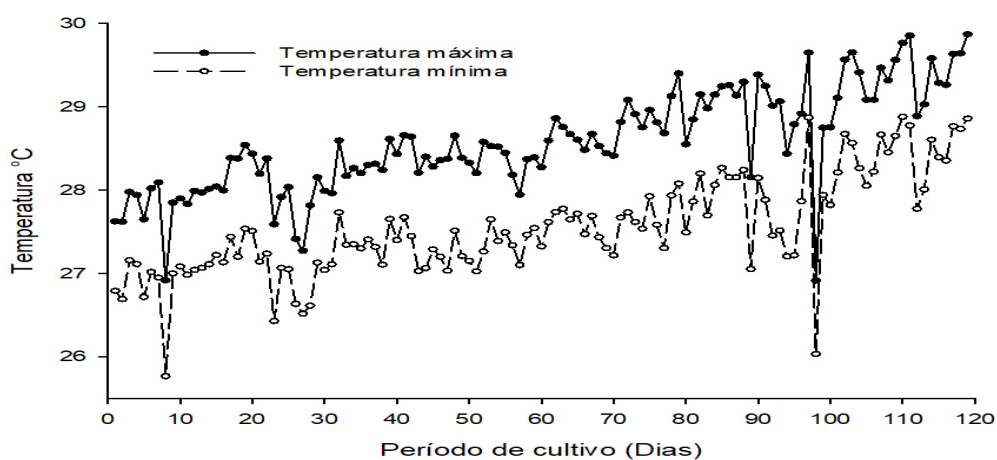
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

4.1.1 Temperatura

A condução do experimento durou 119 dias e durante esse período a média da temperatura do ar, foi de 28,06 °C e as temperaturas médias máxima e mínima diárias registradas foram de, respectivamente, 34,3 e 22,9 °C. As médias das temperaturas máxima e mínima diárias do período de cultivo podem ser observadas na Figura 13.

Figura 13 - Médias diárias das temperaturas máximas e mínimas da área do experimento - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



De acordo com Costa e Resende (2007), a temperatura é um fator importante, pois, de acordo com a fase fenológica da cultura da cebola, poderá causar efeitos indesejáveis, como bulbificação prematura, em caso de temperaturas acima de 32 °C, ou florescimento precoce, quando submetida a temperaturas abaixo de 10 °C, por longos períodos, afirmam ainda que, temperaturas na faixa de 15,5 e 21,1 °C acarretam maiores produtividades de bulbos. Apesar da temperatura média ser maior que a faixa recomendada pelos autores e a máxima exceder os 34 °C, a cultura completou o ciclo e não foi notado a mudança para fase reprodutiva. A colheita

ocorreu 79 dias após o transplântio, antecipando a colheita em 6 dias em relação ao relatado pelos mesmos autores, para a cultivar IPA-10.

Patel e Rajput (2009) afirmam que a temperatura ideal para a cultura da cebola muda, conforme o estágio fenológico, onde a faixa entre 12,8 e 21 °C é o mais adequado para o estágio inicial e vegetativo, já a bulbificação e maturação a melhor faixa é de 15,5 a 25 °C. Apesar das médias diárias mais altas, nos dois estádios fenológicos da cebola, não foram observados no genótipo estudado efeitos negativos como má formação de bulbos ou rápida mudança para o estágio reprodutivo, possibilitando inferir que a cultivar IPA-10 teve boa adaptação para as condições edafoclimáticas locais.

Investigando o efeito da temperatura sobre a germinação de sementes de cebolas, Pinheiro *et al.* (2014) concluíram que a faixa de temperatura que mais favorece a germinação está entre 15 a 22 °C e que acima de 30 °C a velocidade de germinação é influenciada negativamente e que a cultivar IPA-10 é a mais adaptada a temperaturas mais elevadas entre as cultivares testadas. As temperaturas médias no presente estudo foram todas superiores as indicadas como ideais por Pinheiro *et al.* (2014), mesmo assim, foi possível constatar o bom desenvolvimento das mudas, não havendo mortes prematuras de mudas, má formação e acometimento de doenças e pragas.

Segundo Filgueira (2013), caso a condição de temperatura não seja satisfeita, não haverá o desenvolvimento e maturação normal dos bulbos, porém na presente investigação averiguou-se a formação de bulbos sem anomalias, não foram notados casos de bulbificação precoce, ausência de bulbificação (charutos), florescimento prematuro (bolting), bulbos duplos e esverdeamento dos catáfilos, ratificando assim, a adaptabilidade da cultivar para as condições edafoclimáticas locais.

4.1.2 Umidade Relativa

A umidade relativa do ar é fator preponderante para a evapotranspiração de referência e, conseqüentemente, para a cultura. Durante o experimento, a umidade relativa do ar máxima e mínima atingida foi respectivamente, 87 e 39%, sendo a umidade média diária de 64,9%. Na Figura 14 é possível observar a média diária da umidade relativa do ar, no período do cultivo.

Figura 14 - Média diária da umidade relativa do ar da área do experimento - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



A umidade média diária alcançou mais de 79%, contudo, não foi diagnosticado nem um sintoma de patógeno durante todo o ciclo. Conforme Costa e Resende (2007), umidade relativa elevada favorece o acometimento de doenças foliares na cultura da cebola, tais como: Mancha- púrpura- *Alternaria porri* (umidade relativa do ar acima de 70%), Mildio – *Peronospora destructor* (umidade relativa do ar acima de 70%) entre outras, podendo aumentar os custos de produção com os seus respectivos controles e inviabilizando a produção. Estudando qualidade de cebola em função de doses de nitrogênio e épocas de plantio, Rodrigues *et al.* (2015), em período chuvoso, tiveram parte do cultivo acometido pelo patógeno *Alternaria porri*, afetando a eficiência no uso da adubação nitrogenada e diminuindo o tamanho dos bulbos, sugerindo-se assim, aumentar o monitoramento do cultivo em períodos que concentrem elevadas precipitações.

4.2 LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

As lâminas aplicadas durante todo o cultivo da cebola, desde a sementeira até o local definitivo, incluindo a precipitação total ocorrida no período para os diferentes tratamentos de reposição de água em função da evapotranspiração da cultura, podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Reposição de água de cada tratamento e as correspondentes lâminas de água na sementeira, de precipitação, de irrigação por gotejamento no canteiro definitivo e totais aplicadas durante a condução do experimento - São Cristóvão - SE, UFS, 2019

Reposição da ETc	Lâmina (mm)			
	Sementeira	Precipitação	Aplicada	Total
L1 = 50 % ETc	141,6	54,9	172,6	369,1
L2 = 75 % ETc	141,6	54,9	258,8	455,3
L3 = 100 % ETc	141,6	54,9	345,1	541,6
L4 = 125 % ETc	141,6	54,9	431,4	627,9
L5 = 150 % ETc	141,6	54,9	517,7	714,2

O período entre o semeio da cultura e o transplantio durou 40 dias, não havendo diferenciação nos tratamentos, para o total da lâmina, foram computados os valores da precipitação e sementeira. O período de aplicação das lâminas por gotejamento foi de 79 dias, posteriormente, foi suspensa a irrigação, sendo a altura das lâminas diferenciadas: L1 = 172,6 mm; L2 = 258,8 mm; L3 = 345,1 mm; L4 = 431,4 mm e L5 = 517,7 mm. Conforme Costa e Resende (2007), o ciclo fenológico da cultura da cebola (desconsiderando o estágio reprodutivo) pode variar de 100 a 170 dias, podendo em algumas cultivares em climas de temperatura baixa chegar a 210 dias, ressaltam ainda que, a cebola demanda de 350 a 650 mm para a produção de bulbos, variando de acordo com as condições climáticas, o sistema de irrigação e a cultivar escolhida, concordando com o presente estudo e com Filgueira (2013), que resalta que o ciclo da cultura pode variar de 130 a 180 dias, do semeio à colheita de bulbos.

Bandeira *et al.* (2013), em experimento na cidade de Juazeiro-BA, analisando cultivares de cebola e manejos de irrigação, aplicados por gotejamento, obtiveram lâminas brutas quando usando Penman-Monteith, tensiometria e tanque classe A, respectivamente, 463,47; 535,53 e 483,49 mm. Gatto (2013), trabalhando com a cultura da cebola submetida a doses de nitrogênio e lâminas de irrigação por gotejamento, obtidas através de frações da evaporação do tanque classe A (L1 = 0,50; L2 = 1,00; L3 = 1,50 e L4 = 2,00), encontrou as seguintes lâminas aplicadas, respectivamente (tratamento e total): L1 = 209,18 mm e 328,4 mm; L2 = 434,75 mm e 553,9 mm; L3 = 660 e 779,5 mm; L4 = 885,9 mm e 1005,1 mm, com duração de 117 dias, lâminas superiores ao presente trabalho, mas com ciclo semelhante, variando 2 dias.

Baptistini (2013) diferiu lâminas de água, aplicadas por irrigâmetro, na cultivar de cebola híbrida Aquarius no estado de Minas Gerais, aplicou lâminas variando de 350,6 a 800,5 mm, estimadas conforme a ETc, (0, 75, 100, 125 e 150%). Comparado ao presente estudo e nas maiores lâminas aplicadas (150% da ETc), o experimento conduzido em Minas Gerais aplicou

uma lâmina superior de 86,3 mm, podendo ser explicado pelo maior período entre a semeadura e colheita, que foi de 150 dias, ou seja, 31 dias a mais de ciclo fenológico do presente estudo.

4.3 PRODUTIVIDADE TOTAL DE BULBOS

De acordo com a análise de variância (Tabela 3), é possível verificar efeitos significativos a 1 % de probabilidade, para a produtividade total de bulbos, com relação ao fator lâmina de irrigação e para o fator dose de adubação. Todavia, com relação à interação entre fatores, não foi significativo até 5% de probabilidade.

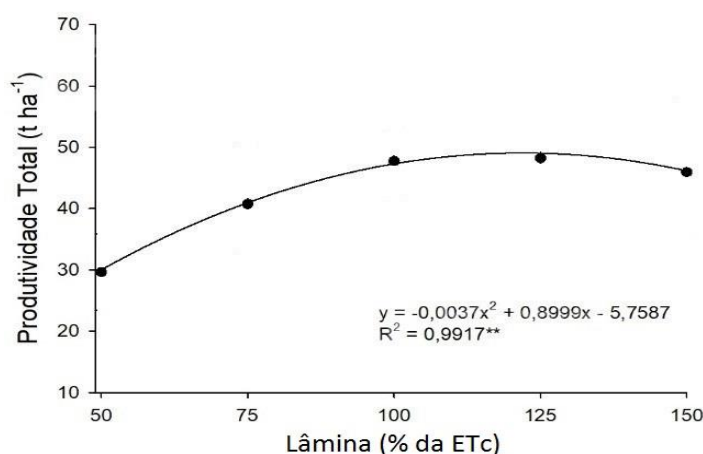
Tabela 3 - Análise de variância para produtividade total de bulbos de cebola sob diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio - São Cristóvão - SE, UFS, 2019

Fontes de variação	GL	Soma de quadrados	Quadrado médio	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	3425,5	114,17	4,722	0,005186**
Lâmina	4	3833,5	958,38	39,637	0,000001**
Dose	3	3197,9	1065,97	44,087	0,000002**
Lâmina x Dose	12	356,4	29,70	1,228	0,287169 ^{ns}
Resíduo	57	1378,2	24,18		
CV	11,52				
Média Geral	42,70				

^{ns} não significativo; *significativo a 0,01 de probabilidade; **significativo a 0,05 de probabilidade pelo Teste F.

A máxima produtividade total da cebola (Figura 15) foi encontrada usando 122,5% da evapotranspiração da cultura, atingindo produtividade de 48,95 t ha⁻¹, corroborando com Costa e Resende (2007), que afirmam que a cultivar vale-ouro IPA-10 tem capacidade produtiva superior a 30 t ha⁻¹. Oliveira *et al.* (2013) usando a cultivar Alfa São Francisco, na cidade de Juazeiro-Ba e a irrigação por gotejamento, empregando 100% da ETo e Kc conforme Marouelli, Costa e Silva (2005), atingiram produtividade total de 51,7 t ha⁻¹, superior a conseguida nesse trabalho, que foi de 47,2 t ha⁻¹, aumento de 9,5% para a mesma lâmina. A produtividade média brasileira no ano 2018 foi de 31,9 t ha⁻¹ (IBGE 2018), sendo que a produtividade encontrada foi superior à média nacional, no Nordeste, a produtividade foi de 37,5 t ha⁻¹, dependendo da localidade e tratos culturais, variam sua produtividade de 15 a 60 t ha⁻¹ (COSTA; RESENDE, 2007).

Figura 15 - Médias de produtividade total de bulbos de cebola, em função das porcentagens das lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



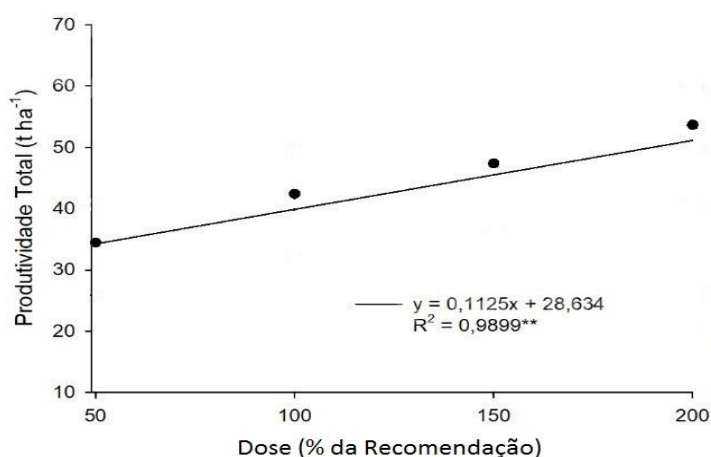
Baptistini *et al.* (2018), cultivando cebolas da cultivar híbrida Aquarius, obtiveram produtividade total máxima de 60,7 t ha⁻¹, utilizando lâmina de 150% da ETc, no município de Viçosa-MG, ressaltando que, não atingiu o ponto de inflexão, diferindo do presente trabalho, onde o pico de produção foi obtido com a aplicação de lâmina de 122% da ETc. Santos *et al.* (2010) avaliaram a produtividade de bulbos de diferentes cultivares de cebola, em Petrolina-PE e alcançaram produtividade de 37,5 t ha⁻¹, quando usada a cultivar IPA-10, corroborando com os dados do atual trabalho, e a partir dele, pode-se inferir o sucesso e adaptabilidade edafoclimática desta cultivar na região.

Temesgen, Ayana e Bedadi (2018), avaliando os efeitos do déficit da reposição de água em diferentes estádios de desenvolvimento na produtividade na cultura de cebola na Etiópia, verificaram que a lâminas de 100% da ETc proporcionaram os melhores índices de produtividade total, com média de 46,7 t ha⁻¹, já com aplicação de 50% da ETc, alcançaram médias de 37,8 t ha⁻¹, demonstrando assim a dependência da cultura da cebola em relação às lâminas de água para incremento da produtividade.

A produtividade total de bulbos foi afetada pelas doses de adubação nitrogenada, com 98,9% das variações explicadas por regressão linear (Figura 16). A dose de adubação nitrogenada de 40 kg ha⁻¹, correspondente a 50% da recomendação de adubação nitrogenada para o estado de Sergipe, proporcionou a menor média de produtividade total de bulbos, 34,26 t ha⁻¹, enquanto que a maior dose de adubação condicionou a maiores produtividades totais de bulbos, 160 kg ha⁻¹ e 51,13 t ha⁻¹, respectivamente. Kurtz *et al.* (2013), avaliando a produtividade e conservação de cebolas afetadas pela adubação nitrogenada no plantio direto

nas condições do estado de Santa Catarina, verificaram o efeito do incremento das adubações nitrogenada, usando doses que variaram de 0 a 200 kg ha⁻¹ em dois dos três anos de cultivo, que apresentou comportamento quadrático, alcançando média de 43,2 t ha⁻¹. As diferenças de comportamento entre o presente trabalho e o de Kurtz *et al.* (2013) podem ser atribuídas às diferenças nas condições do sistema de plantio, condições edafoclimáticas, cultivares e nas maiores doses de adubação nitrogenada.

Figura 16 - Produtividade total de bulbos de cebola em função das doses de adubação nitrogenada, conforme porcentagem da recomendação para o estado de Sergipe - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



Gonçalves (2018) avaliando o desempenho agrônomico e qualitativo de duas cultivares de cebola submetidas a sistema de cultivo adensado e em função de adubação nitrogenada e potássica, para as condições de Mossoró-RN, observou que a variável produtividade total de bulbos foi influenciada pelas doses de nitrogênio (0, 45, 90, 135, 180, 225, 270 kg ha⁻¹), que ajustaram-se a uma regressão linear platô, a máxima produtividade total de bulbos foi alcançada com 92 kg ha⁻¹ de nitrogênio, sendo que doses maiores não incrementaram a produtividade. Gonçalves (2018) atribui esse comportamento ao excesso de nitrogênio que pode ter ocasionado aumento da respiração e diminuição do rendimento fotossintético. Pode-se inferir que para o presente trabalho a produtividade poderia responder positivamente a um incremento na dose de adubação nitrogenada, pois não foram verificados pontos de platô nem inflexão, sendo assim, recomenda-se investigações com maiores doses de nitrogênio para o estado de Sergipe.

Resende, Costa e Pinto (2009), investigando o rendimento e conservação pós-colheita de bulbos de cebola, cultivar Franciscana IPA-10, submetida a doses de nitrogênio e potássio,

em Petrolina-PE, observaram efeito significativo das doses de nitrogênio para a produtividade total de bulbos e um comportamento linear, onde 99% das variações ocorridas nos dados apresentaram esse comportamento. A produtividade total de bulbos aumentou de 68,81 t ha⁻¹ quando não aplicado adubo nitrogenado para 93,70 t ha⁻¹ quando aplicou 180 kg ha⁻¹ de dose. Resende, Costa e Yuri (2016) reiteram ainda que, esses valores demonstram a capacidade da cultura da cebola em responder a adubação nitrogenada. Esse fato foi confirmado pelo presente trabalho que também apresentou comportamento linear, apesar das médias de produtividade serem inferiores, fato que pode ser explicado devido ao nível tecnológico para o cultivo, tendo em vista que os autores utilizaram em sua investigação o uso de fertirrigação e neste trabalho foi realizada a adubação convencional. Silva (2012) e Filgueira (2013) afirmam que a distribuição adequada dos fertilizantes no tempo condicionam a maiores produtividades, devido a menor lixiviação e o parcelamento conforme a necessidade das plantas.

4.4 PRODUTIVIDADE COMERCIAL DE BULBOS

Conforme a análise de variância (Tabela 4), notou-se efeito significativo a 1 % de probabilidade para a variável produtividade comercial de bulbos, com relação ao fator lâmina de irrigação e para o fator dose de adubação. Entretanto, com relação à interação entre fatores, não foi significativo até 5% de probabilidade.

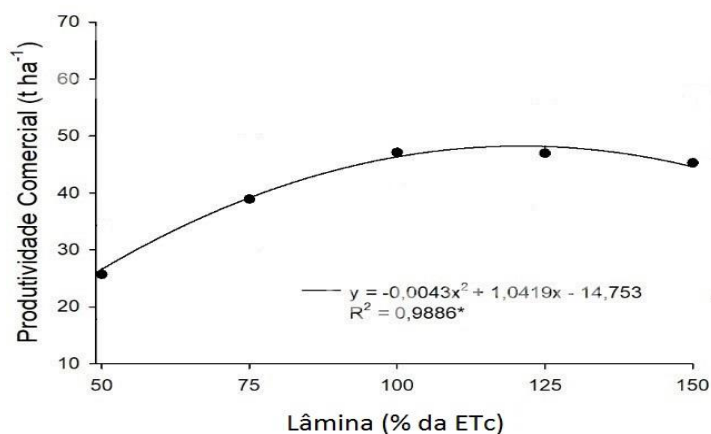
Tabela 4 - Análise de variância para produtividade comercial de bulbos de cebola sob diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio - São Cristóvão - SE, UFS, 2019

Fontes de variação	GL	Soma de quadrados	Quadrado médio	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	446,3	148,76	4,564	0,006198**
Lâmina	4	4928,5	1232,13	37,805	0,000002**
Dose	3	4005,8	1335,26	40,969	0,000001**
Lâmina x Dose	12	491,1	40,92	1,256	0,270120 ^{ns}
Resíduo	57	1857,8	32,59		
CV	13,93				
Média Geral	40,97				

^{ns}: não significativo. *: significativo a 5 % de probabilidade. **: significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F. GL: Graus de liberdade.

Para o fator lâmina de irrigação, observou-se efeito significativo para a variável produtividade comercial de bulbos, ajustando-se na regressão quadrática, sendo explicada 99% das variações totais dos dados. O valor máximo para produtividade comercial (Figura 17) foi observado para a lâmina de 121,15% da ETc e produtividade correspondente de 48,36 t ha⁻¹. Carvalho, Ribeiro e Gomes (2018), em seus estudos sobre produtividade comercial de cebola, cultivar Alfa Tropical, sob diferentes lâminas de irrigação com e sem cobertura do solo, em Seropédica-RJ, verificaram que as lâminas de irrigação influenciaram na produtividade comercial de bulbos de cebola, independentemente da cobertura do solo e teve efeito linear positivo. As lâminas de irrigação foram 0, 22, 45, 75 e 100% da evapotranspiração da cultura, que proporcionaram produtividades comerciais de 9,1, 16,18, 23,60, 33,25 e 41,30 t ha⁻¹, respectivamente, quando não usada a cobertura do solo, produtividades semelhantes as encontradas nesse estudo, onde as lâminas de 50,75 e 100% da ETc proporcionaram produtividades comerciais de 22,59, 39,20 e 46,44 t ha⁻¹, respectivamente. No presente estudo o aumento também foi linear considerando essas lâminas (50 a 100% ETc), foi possível inferir que os autores não conseguiram obter um ponto de inflexão, pois as lâminas de irrigação foram inferiores ao potencial que as plantas podem produzir.

Figura 17 - Médias de produtividade comercial de bulbos de cebola, em função das porcentagens das lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



Filgueira (2013) e Souza, Assis e Araújo (2015) ressaltam que os consumidores têm preferência por bulbos médios de cebola e que diâmetros iguais ou menores a 35 milímetros são considerados não comerciais, apesar de serem aproveitados por indústrias e comércios locais, contudo, com preços reduzidos, sendo indesejáveis na produção. Marouelli, Costa e

Silva (2005) e Kumar *et al.* (2007) destacam o efeito do déficit hídrico no incremento de bulbos não comercializáveis.

Baptestini *et al.* (2018) alcançaram produtividade comercial máxima 60,7 t ha⁻¹, com lâmina de 150% da ETc, diferentemente do que ocorreu nesse trabalho, onde foi atingido o pico de produtividade aos 121% da ETc, com produtividade de 48,36 t ha⁻¹. Oliveira *et al.* (2013) obtiveram produtividade comercial de 51,5 t ha⁻¹ utilizando 100% da ETc, 11% superior a encontrada neste trabalho, que foi de 46,44 t ha⁻¹, para a mesma lâmina.

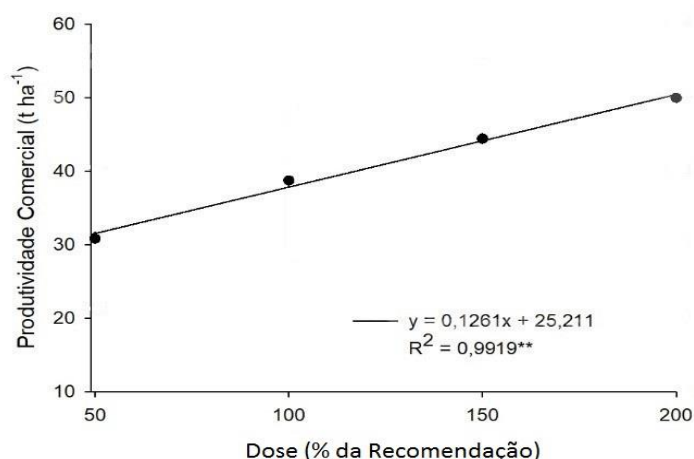
Abdelkhalik *et al.* (2019), estudando o efeito do déficit de água na resposta produtiva da cultura da cebola, usando irrigação por gotejamento para as condições do Mediterrâneo em Valência-Espanha, verificaram a diminuição linear da produtividade comercializável de bulbos, quando variaram as lâminas de irrigação, corroborando com o presente estudo, onde o estresse hídrico causado pelo déficit foi notado para as lâminas de reposição menores que 100% da ETc, diminuindo progressivamente a produtividade comercial.

Gatto (2013), avaliando a produtividade da cultura da cebola sob doses de nitrogênio e lâminas de irrigação por gotejamento, em Lavras-MG, utilizando à híbrida Bella Vista, reportou que a produtividade comercial de bulbos adotou comportamento linear negativo com o aumento das lâminas de reposição de água que foram de: 50, 100, 150 e 200% da evapotranspiração do tanque classe A (ECA), sendo o maior valor alcançado com a menor lâmina de reposição de água, que proporcionou produtividade comercial de 58,29 t ha⁻¹ e a maior lâmina (200% da ECA), 36.81 t ha⁻¹. O autor atribuiu à diminuição da produtividade comercial de bulbos a redução da aeração nas raízes das plantas, mudanças fisiológicas e ao aumento da lixiviação dos nutrientes. Concordando com o presente trabalho, onde ocorreu uma diminuição da produtividade após o ponto de inflexão até a maior lâmina de reposição de água (150%), com diminuição de 7,4%, indicando que a cultura da cebola tem sensibilidade às condições edafoclimáticas e de lâmina de irrigação conforme cada região.

A produtividade comercial de bulbos foi sensível ao fator doses de adubação, com significância de 1% de probabilidade e comportamento linear, conforme regressão, e representou 99% da variação total dos dados (Figura 18). Resende, Costa e Pinto (2009) verificaram o efeito linear e positivo do aumento das doses de nitrogênio para a produtividade comercial de bulbos, independentemente das doses de potássio, quando usaram as seguintes doses: 0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Os autores concluíram que a adubação com 180 kg ha⁻¹ N e 90 kg ha⁻¹ K₂O, foi a mais recomendada, proporcionando 58,7 t ha⁻¹, já que a adição de mais potássio não impulsionou maiores produtividades, concordando com esse estudo, que

promoveu o aumento da produtividade com o acréscimo da lâmina de irrigação de 31,42 e 50,43 t ha⁻¹, quando aplicada adubação de 40 e 160 kg ha⁻¹, respectivamente, com médias semelhantes.

Figura 18 - Produtividade comercial de bulbos de cebola em função das doses de adubação nitrogenada, conforme porcentagem da recomendação para o estado de Sergipe - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



Gatto (2013) reportou em seu estudo que a produtividade comercial de bulbos foi muito sensível a doses de nitrogênio via fertirrigação, ajustando-se ao modelo linear e variando produtividade de 23,77 t ha⁻¹ quando não aplicada à dose de adubação nitrogenada e 70,65 t ha⁻¹ quando aplicada à dose de 180 kg ha⁻¹. A discrepância entre valores encontrados no presente estudo e o encontrado por Gatto (2013) para os maiores valores de adubação, pode ser explicada pela diferença na cultivar utilizada e no manejo da adubação que no caso do autor foi uma cultivar híbrida e a adubação por fertirrigação.

Gonçalves (2018), em seu estudo, recomendou a aplicação máxima de 92 kg ha⁻¹ para as condições de Mossoró-RN, quando investigou a produtividade de bulbos de cebola influenciada por diferentes doses de adubação nitrogenada, (0, 45, 90, 135, 180, 225, 270 kg ha⁻¹), e no presente estudo, nas doses testadas não foi possível estabelecer o ponto de inflexão, podendo a cultura responder a doses superiores de adubação nitrogenada.

4.5 MASSA MÉDIA DE BULBOS COMERCIAIS

De acordo com a análise de variância (Tabela 5), notou-se efeito significativo a 1 % de probabilidade, para a variável massa média de bulbos comerciais, com relação ao fator lâmina de irrigação e para o fator dose de adubação. Porém, com relação à interação entre fatores, não foi possível observar efeito significativo até 5% de probabilidade.

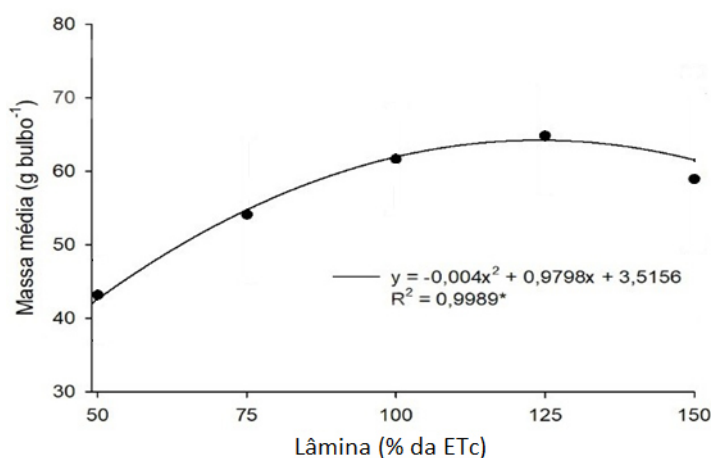
Tabela 5 - Análise de variância para massa média de bulbos comercializáveis de cebola sob diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio - São Cristóvão - SE, UFS, 2019

Fontes de variação	GL	Soma de quadrados	Quadrado médio	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	353,7	117,90	3,668	0,01734*
Lâmina	4	4951,8	1237,95	38,516	0,00001**
Dose	3	3266,9	1088,96	33,881	0,00003**
Lâmina x Dose	12	341,4	28,45	0,885	0,56633 ^{ns}
Resíduo	57	1832,0	32,14		
CV	9,94				
Média Geral	57,02				

^{ns}: não significativo. *: significativo a 5 % de probabilidade. **: significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F. GL: Graus de liberdade.

O pico máximo da massa média de bulbos comerciais foi obtido aplicando 122% da ETc (Figura 19), com massa média dos bulbos de 63,5 g bulbo⁻¹. Barreto (2015) e Kumar *et al.* (2007), em seus estudos, observaram a influência positiva do aumento das lâminas e o aumento da massa média dos bulbos, de forma linear, não atingindo o ponto máximo, quando aplicadas lâminas de até 120% da evaporação do tanque classe A.

Figura 19 - Média de massa média de bulbos comerciais em função das porcentagens das lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



De acordo com Marouelli, Costa e Silva (2005), o estágio de bulbificação é o mais crítico para o desenvolvimento do bulbo e onde existe maior demanda, o estresse hídrico durante esse período pode acarretar a diminuição na taxa de crescimento dos bulbos. Vilas Boas (2010) avaliou o efeito de diferentes tensões de água no solo (15, 25, 35, 45, 60 e 75 kPa) na produção de cultivares de cebola híbrida Optima F1 e não híbrida Alfa tropical irrigadas por gotejamento e concluiu que com o aumento da tensão da água no solo, ocorreu a diminuição da massa média dos bulbos comerciais de 130 g bulbo⁻¹ quando submetida à tensão de 15 kPa, para 75 g bulbo⁻¹ para tensão de 75 kPa, essa diminuição teve comportamento linear com significância de 1%, demonstrando a sensibilidade da massa média comercial em relação ao conteúdo de água no solo.

Vilas Boas *et al.* (2014) investigaram o rendimento da cultura da cebola submetida a níveis de água e nitrogênio por gotejamento e verificaram que a variável massa média de bulbos foi influenciada pelas lâminas de reposição de água, em Lavras-MG. A massa média de bulbos comercializáveis respondeu de forma quadrática ao incremento das lâminas de irrigação, com significância de 1%, os níveis de água que foram de 50, 100, 150, 200% da evapotranspiração do tanque classe A, onde o valor máximo para essa variável foi de 180,3 g bulbo⁻¹, com a aplicação de 102,5% da ECA. Apesar de mesmo comportamento, os valores de massa média do presente estudo são menores, podendo essa desconformidade ser explicada pela diferença do nível tecnológico (cultivar híbrida, fertirrigação e aplicação de micronutrientes), podendo também, estar associadas às diferenças na densidade de cultivo, como relatadas por Santos *et al.* (2018) e Menezes júnior e Kurtz (2016).

Foi observada significância das doses de adubação para a massa média comercializável de bulbos, com resposta linear positiva ao incremento das doses de adubação nitrogenada. A menor média de massa média foi de 31,51 g bulbo⁻¹ quando usada 50% da recomendação da adubação e a maior média de 50,43 g bulbo⁻¹ proporcionado pela dose de 200% da recomendação.

Vilas Boas *et al.* (2014), evidenciaram que o incremento da dose de nitrogênio aumentou a massa média de bulbos comercializáveis, que foi explicado por regressão linear, a maior dose de nitrogênio (180 kg ha⁻¹) promoveu massa média de 200,5 g bulbo⁻¹. May *et al.* (2007), Kurtz *et al.* (2013) e Hunger (2013) investigaram o cultivo de cebola sob doses de nitrogênio e verificaram a aumento dos diâmetros dos bulbos de cebola com o incremento de das doses de adubação nitrogenada, corroborando com o presente estudo, sendo que, o aumento dos diâmetros do bulbos é fundamental para essa variável, uma vez que bulbos com diâmetros

inferiores a 35 milímetros não são contabilizados, dessa forma, é uma variável importante para a comercialização e remuneração dos agricultores.

4.6 EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA PARA PRODUTIVIDADE TOTAL DE BULBOS

Conforme a análise de variância (Tabela 6), nota-se efeito significativo a 1 % de probabilidade para eficiência no uso na água para produção total, com relação ao fator lâminas de irrigação e o fator dose de adubação. Entretanto, com relação a interação entre fatores, não foi observado significativo até 5% de probabilidade.

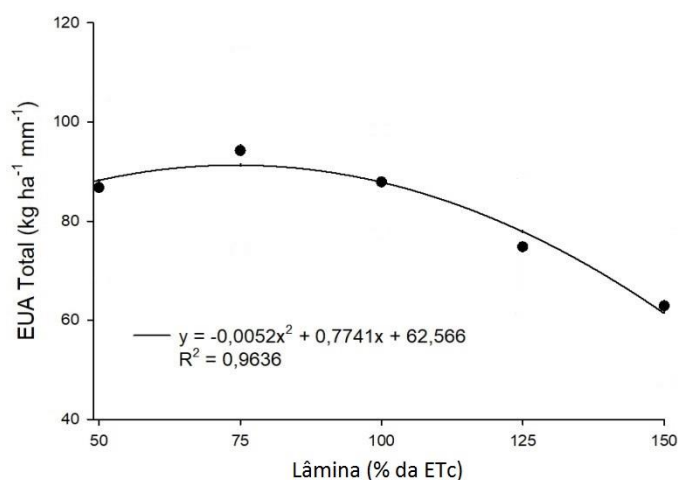
Tabela 6 - Análise de variância para eficiência no uso da água (EUA) para produtividade total sob diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio - São Cristóvão - SE, UFS, 2019

Fontes de variação	GL	Soma de quadrados	Quadrado médio	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	1249,4	416,5	4,408	0,0074**
Lâmina	4	9957,2	2489,3	26,347	0,000003**
Dose	3	11306,3	3768,8	39,889	0,000002**
Lâmina x Dose	12	875,3	72,9	0,772	0,6759 ^{ns}
Resíduo	57	5385,5	94,5		
CV	11,95%				
Média Geral	81,32				

^{ns}: não significativo. *: significativo a 5 % de probabilidade. **: significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F. GL: Graus de liberdade.

Foi possível notar que a variável eficiência no uso da água na produção total de bulbos (Figura 20) apresentou o ponto de inflexão da curva quando aplicado 74,24% da ET_c, atingindo 91,30 kg ha⁻¹ mm⁻¹, apresentando comportamento quadrático. Vilas Boas *et al.* (2014) avaliaram o rendimento da cultura da cebola submetida a níveis de água e nitrogênio por gotejamento, no município de Lavras-MG, observaram a diminuição linear a 1% de probabilidade, para eficiência no uso da água na produção de bulbos de cebola quando houve acréscimo nas lâminas aplicadas e encontraram ainda a eficiência máxima no uso da água de 208,3 kg ha⁻¹ mm⁻¹ com aplicação da menor lâmina (305,5 mm), divergindo dos resultados encontrados no presente estudo, onde a menor lâmina não foi à responsável pela maior eficiência.

Figura 20 - Eficiência no uso da água para produtividade total de bulbos em função das porcentagens das lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



Conforme Kulkarni (2011), a eficiência no uso da água deve ser o principal fator para tomada de decisão para a expansão bem sucedida de todas as atividades, principalmente na adoção de novas tecnologias. Costa *et al.* (2004), investigando sistemas de irrigação para a cultura da cebola, no semiárido pernambucano, buscando o mais eficiente, comparando gotejamento, micro aspersão, misto e sulco, encontraram valores de lâmina de irrigação durante todo o ciclo que variaram de 542,2 mm (gotejamento) e 1195,4 mm (sulco), em um ciclo de 130 dias com a cultivar IPA-11. Os autores relataram que o gotejamento foi o sistema de irrigação mais eficiente, promovendo o maior rendimento de bulbos e menor consumo de água.

Barreto (2015) avaliando a influência de lâminas de irrigação (conforme taque classe A) e doses de potássio, em Lavras-MG, evidenciou o decréscimo da eficiência no uso da água com o aumento da lâmina de irrigação aplicada e com decréscimo das doses de potássio, obtendo a eficiência com a aplicação da lâmina de 254,4 mm, obtendo, 126,2 kg ha⁻¹mm⁻¹, correspondendo a 30% da evaporação do tanque classe A, resultado semelhante ao encontrado por Gatto (2013), que utilizou metodologia semelhante, variando doses de nitrogênio, na mesma cidade e obteve a máxima eficiência no uso da água com reposição de 50% da fração evaporada do tanque classe A (328,4 mm), correspondendo a 153,7 kg ha⁻¹mm⁻¹.

Tosta (2014) estudando a tolerância ao déficit hídrico e eficiência no uso de água em genótipos de cebola, no Distrito Federal, com experimento em ambiente protegido, com cinco níveis de irrigação (100, 80, 60, 40, 20 % ETc) e oito genótipos, verificou que o máximo da eficiência foi obtido com o genótipo TX 08 com 33,6 kg ha⁻¹ mm⁻¹ para o nível de 100% da ETc proporcionando maior eficiência, aumentando com o acréscimo da lâmina, enquanto que

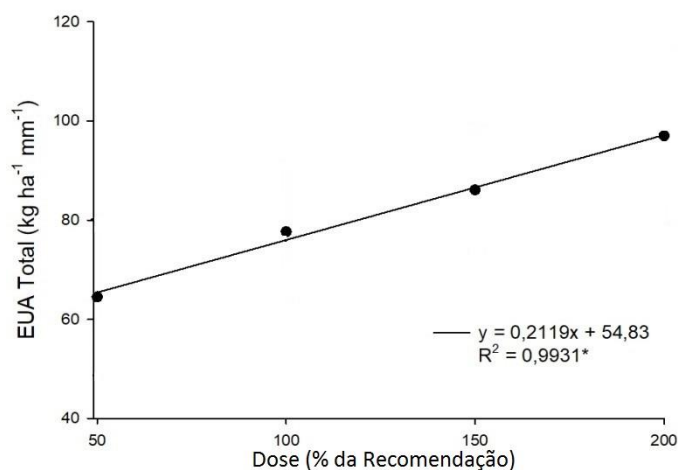
para a cultivar IPA-10 a eficiência foi igual as demais cultivares par os níveis de irrigação 20 e 40% da ETc. Para os demais níveis a cultivar IPA-10 foi inferior estatisticamente para a eficiência no uso da água para produtividade total de bulbos em relação ao genótipo TX 08, mas, igual quando comparadas a IPA-11, BRS 367, Primavera e CNPH 6179 e superior a Optima F1e Alfa Tropical, evidenciando a capacidade da cultivar em tolerar o déficit hídrico, como foi observado no presente estudo, que apresentou produtividade total de bulbos superior a 30 t ha⁻¹, valor condizente com a média nacional conforme IBGE (2019), que é 31,95 t ha⁻¹.

A disponibilidade de água e nutrientes são fatores que limitam a produtividade, onde o déficit hídrico causa a diminuição da absorção dos nutrientes (TAIZ; ZEIGER, 2004; CASTRO; KLUGE; PERES, 2005).

Foi observado efeito significativo das diferentes doses da adubação nitrogenada na eficiência no uso da água na produção total de bulbos a nível de 1% de probabilidade, com efeito linear, não sendo possível determinar o ponto de inflexão. É possível inferir que a cultura responderia a doses superiores de nitrogênio, desempenho semelhante ao encontrado por Vilas Boas *et al.* (2014) que, usando as seguintes doses de adubação nitrogenada, 0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ alcançaram o mesmo comportamento.

De acordo com a equação na Figura 21, foi possível notar que o acréscimo de uma unidade da dose da adubação nitrogenada (kg ha⁻¹) aumenta em 0,176 kg ha⁻¹ mm⁻¹ a eficiência no uso na água para produção total de bulbos. O valor máximo obtido foi de 86,615 kg ha⁻¹ mm⁻¹ quando aplicada 200% da recomendação de adubação para o Estado de Sergipe. Gatto (2013) e Vilas Boas *et al.* (2014), em estudos semelhantes, encontraram valores superiores, ambos usando o máximo de 180 kg ha⁻¹, sendo respectivamente, 127,1 e 156,5 kg ha⁻¹ mm⁻¹, essa diferença entre índices de eficiência pode estar correlata com a disparidade entre os potenciais genéticos das cultivares empregadas, já que cultivares híbridas atingiram maiores eficiências.

Figura 21 - Eficiência no uso da água para produtividade total de bulbos em função das doses de adubação nitrogenada, conforme porcentagem da recomendação para o estado de Sergipe - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



Trabalhando a cultura do milho, Wang *et al.* (2019) reportaram que, sob suprimento adequado de adubação nitrogenada, a eficiência no uso da água pode ser melhorada, usando menor quantidade de água e sem afetar significativamente a produtividade, corroborando com o presente estudo, que mesmo para culturas distintas obtiveram comportamentos semelhantes.

Gatto (2013) evidenciou que o aumento das doses de nitrogênio incrementou a eficiência no uso da água para produtividade total de bulbos de cebola, quando não usada adubação nitrogenada a eficiência foi de 53,28 kg ha⁻¹ mm⁻¹, enquanto a aplicação de 180 kg ha⁻¹ de nitrogênio proporcionou eficiência de 127,08 kg ha⁻¹ mm⁻¹, concordando com o presente estudo.

4.7 EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA PARA PRODUTIVIDADE COMERCIAL DE BULBOS

Conforme a análise de variância (Tabela 7), é possível observar efeito significativo a 1% de probabilidade para eficiência no uso na água para produção comercial de bulbos, com relação ao fator lâminas de irrigação e o fator dose de adubação. Porém, com relação à interação entre fatores, não foi significativo até 5% de probabilidade.

Tabela 7 - Análise de variância para eficiência no uso da água para produtividade comercial de bulbos sob diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio - São Cristóvão - SE, UFS, 2019

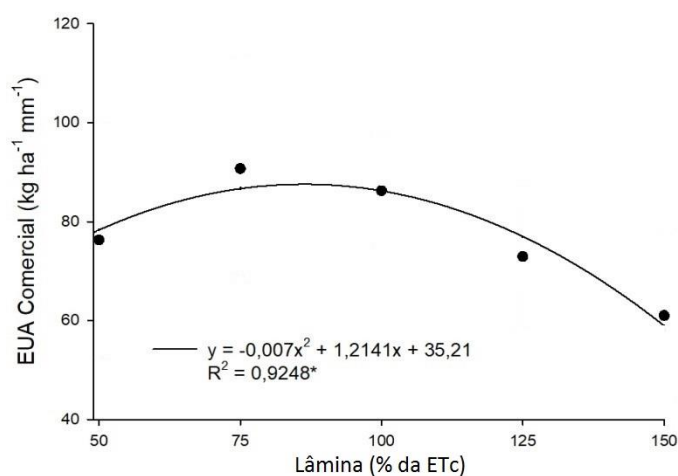
Fontes de variação	GL	Soma de quadrados	Quadrado médio	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	1725	575,1	4,102	0,01051*
Lâmina	4	8741	2185,4	15,587	0,00001**
Dose	3	14451	4817	34,357	0,00003**
Lâmina x Dose	12	1557	129,8	0,925	0,52836 ^{ns}
Resíduo	57	7992	140,2		
CV	15,29%				
Média Geral	77,43				

^{ns}: não significativo. *: significativo a 5 % de probabilidade. **: significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F. GL: Graus de liberdade.

A eficiência no uso da água para produtividade comercial de bulbos de cebola é uma variável que não é geralmente estudada e não foi encontrada na bibliografia consultada, mas apresenta importância, devido ao interesse de produtores e consumidores de cebola, haja visto que, o volume de água utilizado pode não proporcionar necessariamente bulbos nos padrões preconizados para a comercialização, alimentação e geração de remuneração ao produtor. Costa *et al.* (2012) relataram que bulbos com diâmetros menores que 35 milímetros são depreciados, reportam ainda que, defeitos como: bulbos brotados, descascados, deteriorados, com talo grosso, deformados, esverdeados ou com injúrias podem inviabilizar o consumo e comercialização.

É possível observar que a variável eficiência no uso da água para a produção comercial de bulbos de cebola foi influenciada pelo fator lâminas de reposição de água (Figura 22), com comportamento quadrático e com ponto de inflexão para a lâmina de 86,25% da ETc, proporcionando eficiência no uso da água para produtividade comercial de 87,56 kg ha⁻¹mm⁻¹. A diferença na porcentagem da ETc, que proporcionaria os maiores índices de eficiência no uso da água para produtividade comercial e produtividade total é de 14,79%, esse incremento na lâmina proporcionaria uma diferença na produtividade comercial de 4,23 t ha⁻¹.

Figura 22 - Eficiência no uso da água para produtividade comercial de bulbos em função das porcentagens das lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



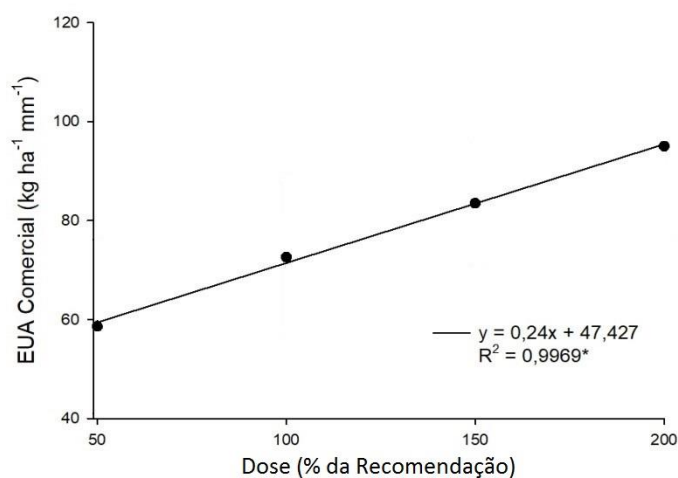
Bispo *et al.* (2017) avaliaram o desempenho de cultivares de cebola sob diferentes tensões de água no solo, no município de Juazeiro-BA e constataram que o aumento da tensão da água no solo proporcionou diminuição da produtividade comercial, sendo que a tensão de 20 KPa, promoveu maiores diâmetros de bulbos, enquanto a tensão 50 KPa possibilitou maior porcentagem de bulbos não comercializáveis. Carvalho, Ribeiro e Gomes (2018) reportaram a diminuição de bulbos não comerciais e aumento de diâmetro com o incremento das lâminas de reposição de água, quando investigaram produtividade comercial de cebola no Rio de Janeiro.

Santa Olalla, Dominguez-Padilha e Lopez (2004) reportaram que maiores lâminas de irrigação nas etapas de desenvolvimento e maturação, produziram bulbos com diâmetros maiores. Com relação à eficiência no uso da água para produtividade comercial de bulbos, Santa Olalla, Dominguez-Padilha e Lopez (2004) afirmaram que, quanto menor o volume de água usado, resulta em maior eficiência, em discordância com o presente estudo, onde os melhores índices de eficiência no uso da água para produtividade comercial de bulbos de cebola foram encontrados acima da menor lâmina, fato que pode ser explicado pelo incremento da produtividade comercial de bulbos ser maior que o aumento das lâminas de irrigação aplicadas. Abdelkhalik *et al.* (2019) relataram que a reposição de 50% da necessidade hídrica da planta acarreta diminuição drástica da produtividade e lucros dos produtores, recomendando 75% da ETc em situações de limitação hídrica.

É possível verificar que a variável eficiência no uso da água para produtividade comercial de cebola foi influenciada pela dose de adubação nitrogenada. Nota-se que 99% dos dados podem ser representados linearmente, conforme regressão (Figura 23). Resende e Costa (2014) estudaram doses de nitrogênio na produtividade e armazenamento de cultivares de

cebola, em Petrolina-PE e verificaram que uma redução gradativa da produção de bulbos não comercializáveis com o incremento das doses de nitrogênio, demonstrando a importância do nutriente para a cultura. O que concordou com esse trabalho, pois o incremento da produtividade aumentou a relação eficiência no uso da água para produtividade comercial de bulbos de cebola.

Figura 23 - Eficiência no uso da água para produtividade comercial de bulbos em função das doses de adubação nitrogenada, conforme porcentagem da recomendação para o estado de Sergipe - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



Resende e Costa (2008), em investigação com cebola da cultivar Texas Grano 502, avaliando o efeito das épocas de plantio e doses de nitrogênio e potássio na produtividade em Petrolina-PE, afirmaram que o incremento das doses de nitrogênio gerou redução de refugos, associado ou não ao potássio, independente da época de plantio, ainda foi possível verificar o aumento da produtividade de forma linear quando submetida às doses 0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de nitrogênio em associação com as doses 0 e 90 kg ha⁻¹ de potássio com produtividades que variaram de 40 a 60 t ha⁻¹, já quando usado 180 kg ha⁻¹ de potássio apresentou comportamento quadrático e produtividade que variam de 38 a 61 t ha⁻¹.

Cecílio Filho *et al.* (2011) reportaram a diminuição da porcentagem de bulbos menores que 35 mm de diâmetro, refugos e bulbos duplos e incremento de bulbos comercializáveis, quando aumentaram as doses de adubação nitrogenada que variaram de 0 a 150 kg ha⁻¹, quando usaram a cultivar híbrida Superex. Esse comportamento é desejável para aumentar a eficiência no uso da água para bulbos comercializáveis, uma vez o aumento da produtividade de bulbos com diâmetros acima de 35 mm como a mesma lâmina aplicada, faz-se elevar o índice de eficiência.

4.8 pH

Conforme a análise de variância (Tabela 8), é possível observar efeito significativo a 1 % de probabilidade para a variável pH, com relação ao fator lâminas de irrigação. Porém para o fator dose de adubação e à interação entre fatores, não foi possível notar efeito significativo até 5% de probabilidade.

Tabela 8 - Análise de variância para potencial hidrogeniônico de bulbos de cebola submetidos diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio - São Cristóvão - SE, UFS, 2019

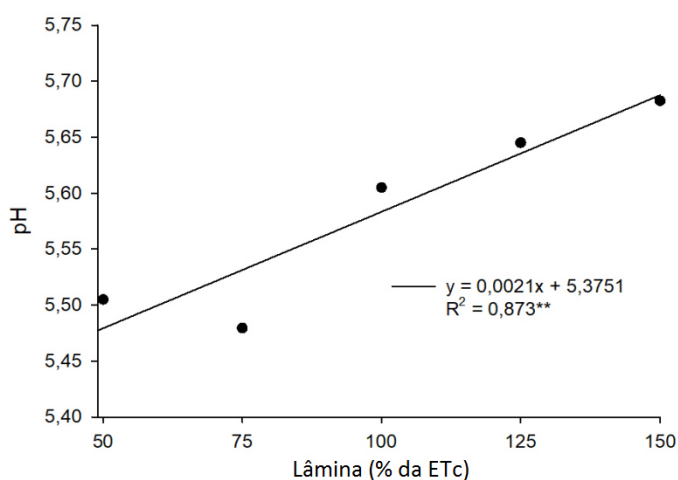
Fontes de variação	GL	Soma de quadrados	Quadrado médio	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	0,04416	0,014721	2,1590	0,10283*
Lâmina	4	0,49680	0,124199	18,2147	0,00001**
Dose	3	0,00423	0,001411	0,2070	0,89116 ^{ns}
Lâmina x Dose	12	0,09814	0,006819	1,1994	0,30609 ^{ns}
Resíduo	57	0,38590	0,008297		
CV	1,48				
Média Geral	5,58				

^{ns}não significativo; **significativo a 0,01 de probabilidade; *significativo a 0,05 de probabilidade pelo Teste F.

Chitarra e Chitarra (2005) ressaltaram que o potencial hidrogeniônico está relacionado ao avanço da maturação dos bulbos e possui relação inversa com a acidez, além de ser indicador de sabor.

É possível observar que o potencial hidrogeniônico foi influenciado pelo fator lâmina de irrigação, com comportamento linear conforme regressão (Figura 24), notou-se que 78% das variações ocorridas no pH à medida que aumentou a lâmina de reposição de água. A conservação pós-colheita pode ser influenciada pelo pH, onde bulbos de cebola com valores baixos de pH condicionam a dormência e, portanto, aumentam o tempo de armazenamento (BARRETO, 2015).

Figura 24 - Potencial Hidrogeniônico em função das porcentagens das lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



É possível notar que a variável pH foi influenciada pelas lâminas de reposição de água, adotando um comportamento linear. A maior média foi de 5,69, proporcionado pela reposição de lâmina de 150% ETc. Barreto (2015), em seu estudo com níveis de irrigação e doses de potássio na cultura da cebola, não evidenciaram efeito da lâmina sobre o pH. Chagas, Resende e Pereira (2004) avaliaram características qualitativas de diferentes cultivares e notaram diferenças significativas entre elas e atribuíram que o pH é um fator preponderantemente genético.

Marrocos (2015) verificou diferença significativa nos valores médios de pH, quando investigou a produtividade e qualidade da cebola usando fertirrigação em função de doses de potássio e épocas de cultivos, com valores médios de 5,54 e 5,45. Schunemann *et al.* (2006) investigaram características químicas de genótipos de cebola cultivado em Santa Catarina e concluíram que não houve diferença estatística a nível de 5 % de probabilidade, com variação de 5,05 a 5,23, concordando com Resende *et al.* (2010), que não encontraram diferenças estatísticas, quando avaliaram a qualidade de bulbos de cultivares de cebola em cultivo orgânico e convencional.

A variável pH não foi influenciada pelo fator dose de adubação nitrogenada. Barreto (2015) reportou que o pH foi fortemente influenciado pelas doses de potássio, sendo explicada pela regressão quadrática, e aumentando valores de pH com o incremento de doses de potássio, sendo o maior valor atingido na maior dose 5,45 (240 kg ha⁻¹), no presente estudo não foi evidenciado efeito das doses de adubação nitrogenada com a variável pH.

4.9 SÓLIDOS SOLÚVEIS

Conforme a análise de variância (Tabela 9), é possível notar que não ocorreu efeito significativo até 5% de probabilidade, para sólidos solúveis, com relação ao fator lâminas de irrigação, doses de adubação e interação entre fatores.

Tabela 9 - Análise de variância para sólidos solúveis de bulbos cebola submetidos diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio - São Cristóvão - SE, UFS, 2019

Fontes de variação	GL	Soma de quadrados	Quadrado médio	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	0,241	0,08046	0,13788	0,93697 ^{ns}
Lâmina	4	3,598	0,89956	1,54159	0,20246 ^{ns}
Dose	3	3,187	1,06246	1,82075	0,15364 ^{ns}
Lâmina x Dose	12	13,181	1,09840	1,88233	0,05625 ^{ns}
Resíduo	57	33,215	0,58271		
CV	7,64				
Média Geral	10,00				

^{ns}: não significativo. *: significativo a 5 % de probabilidade. **: significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F. GL: Graus de liberdade.

É possível constatar que a variável sólidos solúveis não foi influenciada pelos fatores lâmina e dose da adubação nitrogenada, apresentando média geral de 10 °Brix, esse comportamento contrastou com o encontrado por Ghodke *et al.* (2018), que estudando as respostas fisiológicas e bioquímicas na cultura da cebola ao estresse hídrico, reportaram que os teores de sólidos solúveis aumentaram em resposta ao estresse hídrico, essa divergência pode ser explicada devido à resistência da cultivar Franciscana IPA-10 as condições climáticas locais, além do turno de rega utilizado neste experimento ter sido diário, diminuindo as flutuações hídricas e consequentemente, o estresse fisiológico. Grangeiro *et al.* (2008) reportaram a diferença de teores sólidos solúveis quando estudaram características qualitativas de genótipos de cebola.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), os sólidos solúveis são constituídos, majoritariamente, por açúcares, que estão formando substâncias dissolvidas, geralmente, em meio aquoso, quando se trata de alimentos. Com relação à cebola, as principais fontes de variação são a cultivar, o estágio de maturação e condições edafoclimáticas. Os sólidos solúveis são influenciados negativamente por excessos de água no estágio fenológico da maturação, devendo ser evitadas irrigações excessivas no final do ciclo por favorecer a diminuição do

tempo de conservação, além de diminuir os sólidos solúveis, tendo o mesmo efeito na pungência e matéria seca (MAROUELLI; COSTA e SILVA, 2005).

Barreto (2015), quando comparando produtividade e qualidade de cebola submetida a níveis de irrigação e doses de potássio, não obteve diferença significativa para dose, lâmina de irrigação e interação dos fatores, obtendo valor médio de 9,74°Brix, corroborando com o presente trabalho que apresentou média de 10°Brix. Divergindo, Rodrigues *et al.* (2015), que variando doses de nitrogênio e épocas de plantio, com a cultivar IPA-11, em Mossoró-RN, encontraram diferença significativa em relação aos sólidos solúveis e doses de nitrogênio, visto que, o incremento das doses de nitrogênio promoveu a diminuição dos valores de sólidos solúveis, o tratamento com ausência de adubação teve média de 9,87 e a maior dose de adubação (168 kg ha⁻¹ de nitrogênio) teve decréscimo de 0,7 °Brix. Para Bolandnazar, Mollavali Tabatabaei (2012), bulbos maiores têm a maior possibilidade de apresentar teor de sólidos solúveis menores, atribuído a isso o efeito da diluição do teor de açúcares.

4.10 ACIDEZ TITULÁVEL

De acordo com a análise de variância (Tabela 10), verificaram-se efeitos significativos a 1% de probabilidade, para acidez titulável, com relação ao fator lâminas de irrigação e interação entre fatores. Já para o fator dose de adubação, foi notado efeito significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 10 - Análise de variância para acidez titulável de bulbos de cebola submetidos diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio - São Cristóvão - SE, UFS, 2019

Fontes de variação	GL	Soma de quadrados	Quadrado médio	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	0,1554	0,051792	0,9277	0,43332 ^{ns}
Lâmina	4	0,5858	0,146438	2,6231	0,04401 [*]
Dose	3	0,9404	0,313458	5,6148	0,00192 ^{**}
Lâmina x Dose	12	2,3403	0,195021	3,4933	0,00067 ^{**}
Resíduo	57	0,031821	0,00055827		
CV	10,7				
Média Geral	0,22				

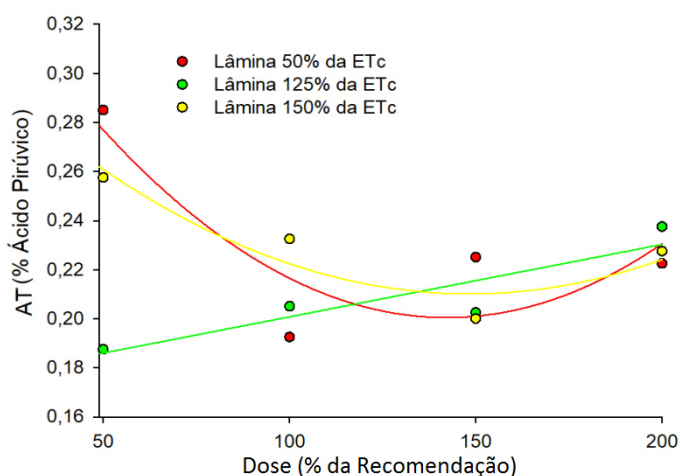
^{ns}: não significativo. *: significativo a 5 % de probabilidade. **: significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F. GL: Graus de liberdade.

Chitarra e Chitarra (2005) afirmaram que os ácidos orgânicos são os principais responsáveis pela acidez de produtos hortícolas, que são encontrados em solução nos vacúolos das plantas, ou combinados com glicosídeos, ésteres ou sais, estão relacionados com o sabor e aroma característicos da cebola, por apresentar ácido pirúvico. A acidez titulável foi influenciada pelas lâminas de água a nível de 5% de probabilidade e adotando um comportamento quadrático.

Barreto (2015) encontrou diferença significativa a nível de 1% com relação a lâminas de irrigação, sendo a média de 0,25% de ácido pirúvico, valor acima da média encontrada no presente trabalho que é de 0,225%, que também foi influenciado de forma significativa, conforme a lâmina, que pôde ser explicada pela diferença entre cultivares, como o que ocorreu no experimento de Grangeiro *et al.* (2008), que encontraram diferenças significativas estudando características qualitativas de genótipos de cebola em Mossoró-RN.

Avaliando a interação dos fatores lâminas de água e doses de adubação nitrogenada (Figura 25) foi possível notar o incremento da acidez total nas maiores e menores lâminas e adubações, efeito que pôde ser atribuído ao estresse. Concordando com Barreto (2015), que encontrou interação na combinação de lâminas de água e doses de adubação potássica para as menores doses de ambos, cultivando cebola. Já para a lâmina de 125% da reposição de água, apresentou um comportamento linear, que na combinação de menores lâminas e dose de adubação causou um baixo teor de acidez.

Figura 25 - Interação entre os fatores porcentagem de lâminas de irrigação e doses de adubação nitrogenada na variável acidez titulável - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



Fernandes (2017) concluiu que maiores doses de adubação de potássio influenciaram positivamente nos valores de acidez titulável, inferindo que, o estado nutricional da planta tem influência sobre a qualidade de bulbos de cebola, como também foi constatado nesse trabalho. Chagas, Resende e Pereira (2004) estudaram características qualitativas de cultivares de cebola no sul de Minas Gerais e concluíram que o índice de acidez pode variar conforme a cultivar, encontrando uma variação de 0,19 e 0,37% de ácido pirúvico. As médias encontradas nessa investigação estão dentro dessa faixa.

4.11 RELAÇÃO SÓLIDOS SOLÚVEIS / ACIDEZ TITULÁVEL

Conforme análise de variância (Tabela 11) foi verificado efeito significativo a nível de 5% de probabilidade para a interação entre os fatores. Não foi observado efeito significativo para os fatores lâmina e dose, isoladamente.

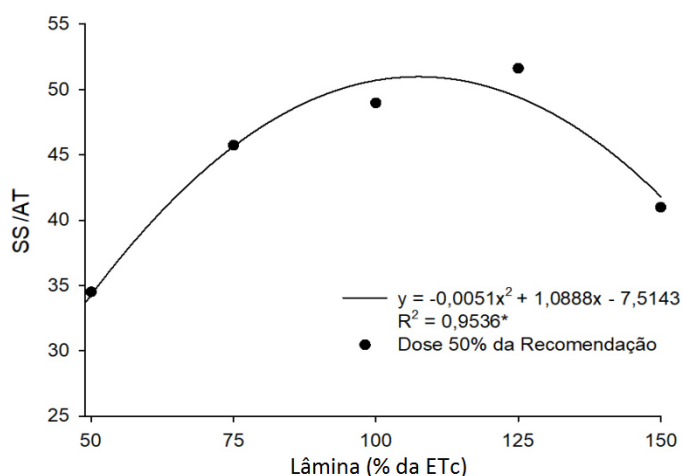
Tabela 11 - Análise de variância para sólidos solúveis /acidez titulável de bulbos de cebola submetidos diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio - São Cristóvão - SE, UFS, 2019

Fontes de variação	GL	Soma de quadrados	Quadrado médio	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	98,8	32,943	0,8864	0,4569 ^{ns}
Lâmina	4	107,6	26,893	0,7236	0,5794 ^{ns}
Dose	3	124,3	41,436	1,1150	0,3506 ^{ns}
Lâmina x Dose	12	1051,2	87,603	2,3572	0,0154 [*]
Resíduo	57	2118,3	37,163		
CV	13,2%				
Média Geral	4,60				

^{ns}: não significativo. *: significativo a 5 % de probabilidade. **: significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F. GL: Graus de liberdade.

Foi observado interação entre os fatores lâminas de irrigação e doses de adubação nitrogenada (Figura 26), onde verificou-se que a relação entre sólidos solúveis e acidez titulável reduziu os índices na maior e menor lâmina de reposição de água na dose de 50% da recomendação de adubação nitrogenada para o estado de Sergipe (40 kg ha⁻¹). Foi possível inferir que em estresse hídrico causado pela deficiência ou excesso de água sob condições de adubação nitrogenada abaixo da necessidade da planta, ocasionou diminuição da relação sólidos solúveis e acidez titulável, possivelmente causada pela dificuldade de absorver o elemento por falta de água e lixiviação do nutriente.

Figura 26 - Interação entre os fatores lâmina de irrigação e doses de adubação nitrogenada para a relação sólidos solúveis / acidez titulável - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



Rodrigues *et al.* (2015), investigando qualidade de cebola em função de doses de nitrogênio e épocas de plantio, verificaram que a não aplicação de dose de nitrogênio na cultura da cebola aumentou as médias de teores de ácido pirúvico, justificando a diferença na relação sólidos solúveis e acidez titulável. Barreto (2015) reportou que a relação sólido solúveis/acidez titulável foi menos favorecida pelas menores lâminas de água e doses de potássio, podendo-se deduzir que a menor dose de adubação foi mais sensível as variações das lâminas.

4.12 RELAÇÃO DE FORMATO DO BULBO

Conforme a análise de variância (Tabela 12), é possível notar efeito significativo a 1% de probabilidade para eficiência no uso na água para relação formato do bulbo, com relação ao fator lâminas de irrigação e o fator dose de adubação. Contudo, em relação à interação entre fatores, não foi significativo até 5% de probabilidade.

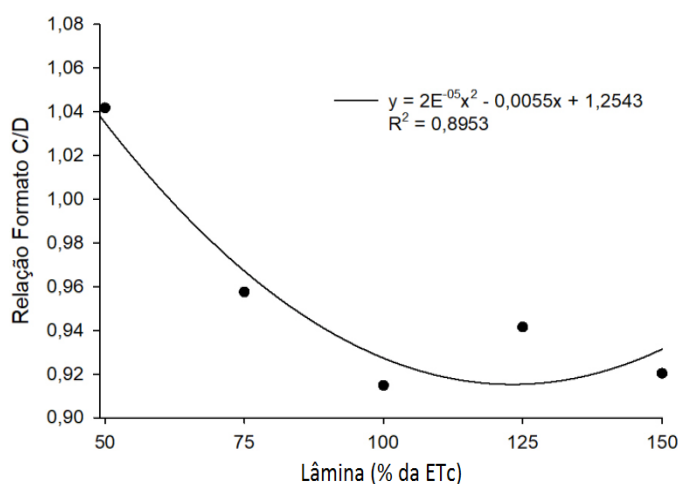
Tabela 12 - Análise de variância para relação de formato do bulbo de cebola submetidos diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio - São Cristóvão - SE, UFS, 2019

Fontes de variação	GL	Soma de quadrados	Quadrado médio	Fc	Pr>Fc
Bloco	3	0,02181	0,00727	1,9371	0,13384 ^{ns}
Lâmina	4	0,16468	0,04117	10,968	0,00001 ^{**}
Dose	3	0,07734	0,02578	6,8682	0,00050 ^{**}
Lâmina x Dose	12	0,04662	0,00385	1,0254	0,43895 ^{ns}
Resíduo	57	0,21396	0,003754		
CV	6,41				
Média Geral	0,96				

^{ns}: não significativo. *: significativo a 5 % de probabilidade. **: significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F. GL: Graus de liberdade.

Para a variável relação de formato de bulbo, a variação ocorrida, em função das lâminas de água aplicadas, pôde ser explicada por regressão quadrática (Figura 27). Observou-se que 89,6% das variações na relação de formato de bulbo podem ser explicadas em função das lâminas de irrigação. A menor relação formato de bulbo de 0,91 proporcionado pela lâmina de 123,87 % da ETc. Heiden (2007) relatou que é importante a caracterização dos bulbos, pois esses são o principal objetivo da produção de cebolas, reportando ainda que, os bulbos apresentam conformação variável e diversos formatos, como: achatado-globular, romboidal, globular, fusiforme, entre outro. Costa e Resende (2007) caracterizaram o formato dos bulbos de cebola como globuloso achatado.

Figura 27 - Relação de formato do bulbo em função das porcentagens das lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019

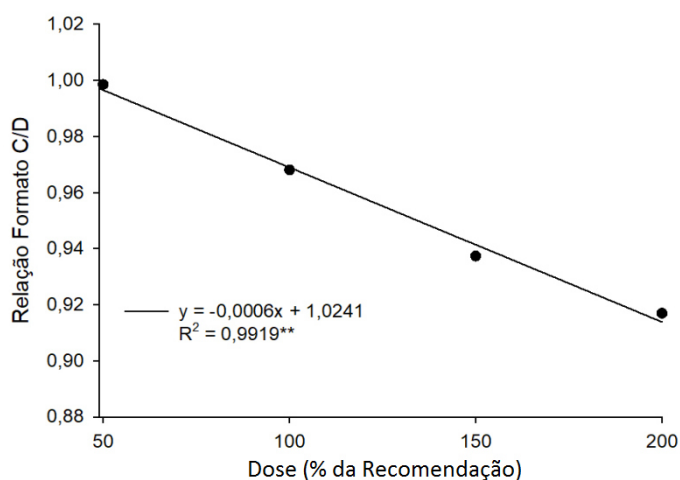


Henriques *et al.* (2014), investigando sobre produção de cebolas cultivadas sob diferentes densidades de plantio, em Mossoró-RN, reportaram que a cultivar IPA-11 e a híbrida

Bella Dura atingiram médias de 1,38 e 1,24 de relação de formato de bulbo, respectivamente. Marrocos (2015) afirmou que o mercado consumidor não valoriza bulbos alongados ou bicudos, e tem valor comercial menor, preferindo bulbos arredondados, com relação de formato próximo de 1. Os valores médios encontrados nesse trabalho estiveram próximos da média de preferência dos consumidores.

É possível observar que a relação formato de bulbo foi influenciada pelas doses de adubação nitrogenada, com a diminuição linear da relação formato do bulbo com o incremento das doses de adubação (Figura 28). Notou-se que a regressão linear representou 99% das variações dos dados. Menor média da relação formato de bulbos foi proporcionado pela dose de 200% da recomendação para o estado de Sergipe (160 kg ha^{-1}), com média de 0,92. Rodrigues *et al.* (2015) relacionaram o formato de bulbos as condições de condução, tecnológicas e edafoclimáticas, mas reportaram que o fator genético foi o principal indutor dessa característica.

Figura 28 – Relação de formato do bulbo em função das doses de adubação nitrogenada, conforme porcentagem da recomendação para o estado de Sergipe - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



Santos (2017) estudando o desempenho de cultivares de cebola em função do espaçamento entre plantas, verificou diferenças significativas na relação formato de bulbos para os dois fatores 1,02 a 117. Esses valores foram superiores as médias encontradas nesse estudo, pôde-se atribuir ao fato do uso de diferentes cultivares que têm geneticamente propensão para formatos distintos.

5 CONCLUSÕES

As maiores produtividades de bulbos total, comercial e massa média comercial de bulbos foram de 48,95 t ha⁻¹, 48,36 t ha⁻¹ e 63,5 g bulbo⁻¹, respectivamente, alcançadas com a reposição de lâmina de irrigação estimada em 122% da evapotranspiração da cultura.

A maior eficiência no uso da água para produção total e comercial foi obtida com as lâminas de irrigação estimadas em 74,24 e 86,25% da ETc, respectivamente.

Maiores doses de adubação nitrogenada promoveram o aumento da eficiência no uso da água na produção de bulbos.

Os teores de sólidos solúveis totais não foram afetados pelas lâminas de irrigação e doses de adubação nitrogenada.

Recomenda-se estudos com doses mais elevadas de nitrogênio para a cultura da cebola.

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.
- ALBIZUA, A.; PASCUAL, U.; CORBERA, E. Large-scale Irrigation Impacts Socio-cultural Values: An Example from Rural Navarre, Spain. **Ecological Economics** V. 159, p 354-361, May. 2019.
- ALEXANDRATOS, N.; BRUINSMA, J. World **agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision**. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), Rome: ESA Working paper. 2012. 147 p.
- AL-JAMAL, M. S.; BALL, S.; SAMMIS, T. W. Comparison of sprinkler, trickle and furrow irrigation efficiencies for onion production. **Agricultural water management**, v. 46, n. 3, p. 253-266, Jan. 2001.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. **Fao, Rome**, v. 300, n. 9, p. D05109, Jan. 1998.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, Dec.2013.
- AMUNDSON, R.; BERHE, A. A.; HOPMANS, J. W.; OLSON, C.; SZTEIN, A. E.; SPARKS, D. L. Soil and human security in the 21st century. **Science**, v. 348, n. 6235, p. 647- 653, May. 2015.
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Agência Nacional de Águas - Brasília: ANA, 86 p. 2017.
- ANNANDALE, J.; JOVANOVIĆ, N.; BENADE, N.; ALLEN, R. Software for missing data error analysis of Penman-Monteith reference evapotranspiration. **Irrigation Science**, v. 21, n. 2, p. 57-67, Mar. 2002.
- AOAC. **Association of Official Analytical Chemists**. Official methods of analysis. Washington: AOAC, p.1114, 1992.

AYARS, J. E.; FULTON, A.; TAYLOR, B. Subsurface drip irrigation in California—Here to stay?. **Agricultural Water Management**, v. 157, p. 39-47, Jul. 2015.

BANDEIRA, G. R. L.; QUEIROZ, S. O. P.; ARAGÃO, C. A.; COSTA, N. D.; SANTOS, C. A F. Desempenho agrônômico de cultivares de cebola sob diferentes manejos de irrigação no submédio São Francisco. **Irriga**, v.18, n. 1. P. 73-84, jan-mar. 2013.

BAPTESTINI, J. C. M. **Produção de cebola submetida a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio com adubação molibdica**. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

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.

BARROW, C. J. **Water resources and agricultural development in the tropics**. Routledge, Tylorans francis group, 2016. 368 p.

BEDDINGTON, J. Food security: contributions from science to a new and greener revolution. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 365, n. 1537, p. 61-71, Jan. 2010.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8º. Ed. Editora UFV, Viçosa-MG, 2006. 645p.

BISPO, R. C.; QUEIROZ, S. O. P.; OLIVEIRA, G. M.; CARVALHO, A. R. P.; FLORES, D. S. DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE CEBOLA SOB DIFERENTES TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO. **Irriga**, v. 22, n. 3, p. 485-496, Jul-set. 2017.

BLUM, A. Plant water relations, plant stress and plant production. In: **Plant breeding for water-limited environments**. Springer science, New York, NY, 2011. p. 11-52.

BODIRSKY, B. L.; ROLINSKI, S.; BIEWALD, A.; WEINDL, I.; POPP, A.; BLOTZE-CAMPEN, H. Global food demand scenarios for the 21st century. **PLoS One**, v. 10, n. 11, p.1-27, Nov. 2015.

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

BRASIL. 1995. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Portaria Ministerial n.º 529, de 18 de agosto de 1995.

BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J. R. Polos de Irrigação no Nordeste do Brasil. desenvolvimento recente e perspectivas. **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia**, n. 23, 2015.

CAMPOS, J. N. B. Paradigms and public policies on drought in northeast Brazil: A historical perspective. **Environmental management**, v. 55, n. 5, p. 1052-1063, Jan. 2015.

CAMPOS, J. N. B. Secas e políticas públicas no semiárido: ideias, pensadores e períodos. **Estudos avançados**, v. 28, n. 82, p. 65-88, Out-Nov. 2014.

CAMPOS, J. N. B.; STUDART, T. M. C. Secas no Nordeste do Brasil: origens, causas e soluções. **IV Diálogo Interamericano de Gerenciamento de Águas**. ABRH, Foz do Iguaçu, 2001.

CARRUTHERS, I.; ROSEGRANT, M. W.; SECKLER, D. Irrigation and food security in the 21st century. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 11, n. 2, p. 83-101, May, 1997.

CARVALHO, D. F.; RIBEIRO, E. C.; GOMES, D. P. Marketable yield of onion under different irrigation depths, with and without mulch. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 2, p. 107-112, 2018.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; PERES, L. E. P. **Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática**. 1.ed. São Paulo, editora agronômica Ceres, 2005. 650 p .

CECÍLIO FILHO, A. B.; MARCOLINI, M. W.; ANDRÉ, M. A. Y.; BARBOSA, J. C. Produtividade e classificação de bulbos de cebola em função da fertilização nitrogenada e potássica, em semeadura direta1. **Científica**, v. 38, n. 1/2, p. 14-22, 2011.

CHAGAS, S. D. R.; RESENDE, G. M.; PEREIRA, L. V. Características qualitativas de cultivares de cebola no Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 1, p. 102-106, Jan. 2004.

CHAPLIN, M. F. Water: its importance to life. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 29, n. 2, p. 54-59, 2001.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 784 p.

CIRIACONO, S. **Land drainage and irrigation**. Brookfield, VT: Ashgate Press. 1998.

CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; CAMPOS, J. N. B. The Issue of Water in the Brazilian Semi-Arid Region. BICUDO, C. E. M.; TUNDISE, J. G.; SCHEUENSTUL, M. C. B. (eds.). In: **Waters of Brazil**. Switzerland: Springer, Cham, 2017. p. 59-71.

COSTA, N. D.; LEITE, D. L.; SANTOS, C. A. F.; CANDEIA, J. A., VIDIGAL, S. M. Cultivares de cebola. **informe agropecuário**, v. 23, n. 218. p. 20-27, 2002.

COSTA, N. D.; PINTO, J. M.; SANTOS, C. A. F.; SANTOS, G. M.; SANTOS, C. R.; BANDEIRA, G. R. L. Comparação de métodos de irrigação em cebola no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 2, (suplemento CD-ROM), jul. 2004.

COSTA, N. D.; QUEIROZ, M. A.; ARAÚJO, J. C.; SANTOS, C. A. F.; FARIA, C. M. B.; HAJI, F. N. P.; TAVARES, S. C. C. H. **A cultura da cebola**. 2 ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2012, 107 p. (Coleção plantar).

COSTA, N. D.; RESENDE, G.M. Cultivo da Cebola no Nordeste. **EMBRAPA Semi-árido Sistemas de Produção versão eletrônica**, 2007. Disponível em<
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/162405/1/Cultivodacebola.pdf>>: Acesso em: 4 outubro. 2018.

DIAS, V. P.; FERNANDES, E. **Fertilizantes: uma visão global sintética**. BNDES setorial, Rio de Janeiro, n. 24, p. 97-138, set. 2006.

DU, T.; KANG, S.; ZHANG, J.; DAVIES, W. J. Deficit irrigation and sustainable water-resource strategies in agriculture for China's food security. **Journal of Experimental Botany**, v. 66, n. 8, p. 2253-2269, Apr. 2015.

DUNCAN, R. A.; BETHUNE, M. G.; THAYALAKUMARAN, T.; CHRISTEN, E. W.; MCMAHON, T. A. Management of salt mobilisation in the irrigated landscape—A review of selected irrigation regions. **Journal of Hydrology**, v. 351, n. 1-2, p. 238-252, 2008.

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

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. (3.ed., 353p). Brasília. (2013).

ERISMAN, J. W.; SUTTON, M. A.; GALLOWAY, J.; KLIMONT, Z.; WINIWARTER, W. How a century of ammonia synthesis changed the world. **Nature Geoscience**, v. 1, n. 10, p. 636-639, Set. 2008.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Water for Sustainable Food and Agriculture**. A report produced for the G20 Presidency of Germany. Rome, 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i7959e.pdf>>. 3 fev 2019.

FERNANDES, B. C. C. **Conservação pós-colheita de cebola em função da adubação potássica**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2017.

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/package=ExpDes.pt>>. Acesso em: 06 mai 2019.

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

GATTO, R. F. **Produtividade da cultura da cebola sob doses de nitrogênio e lâminas de irrigação por gotejamento**. 2013. Dissertação (Mestrado em Recursos hídricos em sistemas agrícolas), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

GEERTS, S.; RAES, D. Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. **Agricultural water management**, v. 96, n. 9, p. 1275-1284, Sep. 2009.

GHODKE, P. H.; ANDHALE, P. S.; GIJARE, U. M.; THANGASAMY, A.; KHADE, Y. P.; MAHAJAN, V.; SINGH, M. Physiological and biochemical responses in onion crop to drought stress. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, n. 1, p. 2054-2062, Jan. 2018.

GLEICK, P. H. **Water in crisis: a guide to the world's fresh water resources**. International Affairs, v. 70, n. 3, p. 557, jul. 1994.

GODFRAY, H. C. J.; BEDDINGTON, J. R.; CRUTE, I. R.; HADDAD, L.; LAWRENCE, D.; MUIR, J. F.; PRETTY, J.; ROBINSON, S.; THOMAS, S. M.; TOULMIN, C. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. **science**, v. 327, n. 5967, p. 812-818, Feb. 2010.

GONÇALVES, F. C. **Desempenho agronômico e qualitativo de cultivares de cebola sob sistema adensado em função da adubação nitrogenada e potássica**. 2018. Tese (doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró. 2018.

GRANGEIRO, L. C.; SOUZA, J. D. O.; AROUCHA, E. M. M.; NUNES, G. H. D. S.; SANTOS, G. M. Características qualitativas de genótipos de cebola. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.4. p. 1087-1091, jul-ago. 2008.

HARGREAVES, G. H. Defining and using reference evapotranspiration. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 120, n. 6, p. 1132-1139, Nov. 1994.

HEIDEN, G. Morfologia: O que é uma cebola?. In: Barbieri, R. L. (Org.) **Cebola: ciência, arte e história**. 2 ed. Brasília: Embrapa, Informações tecnológicas, 2007. v. 2. Capítulo 3, p. 27-41.

HENRIQUES, G. P.; GRANGEIRO, L. C.; PAULINO, R. D. C.; MARROCOS, S. D. T.; DE 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, Jul. 2014.

HOWELL, T. A. Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. **Agronomy journal**, v. 93, n. 2, p. 281-289, Mar. 2001.

HUNGER, H. **Produtividade e Análise Econômica da Cultura da Cebola sob diferentes densidades de plantio e níveis de adubação**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal), Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2013.

HUSSAIN, I.; HANJRA, M. A. Irrigation and poverty alleviation: review of the empirical evidence. **Irrigation and drainage**, v. 53, n. 1, p. 1-15, Jan. 2004.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal (PAM) Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 08 dez. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal (PAM) Rio de Janeiro, 2017. definitivos. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=28&tema=76437>. Acesso em: 08 dez. 2019.

IRMAK, S.; DJAMAN, K.; RUDNICK, D. R. Effect of full and limited irrigation amount and frequency on subsurface drip-irrigated maize evapotranspiration, yield, water use efficiency and yield response factors. **Irrigation science**, v. 34, n. 4, p. 271-286, Apr. 2016.

JACKSON, R. B.; CARPENTER, S. R.; DAHM, C. N.; MCKNIGHT, D. M., NAIMAN, R. J.; POSTEL, S. L.; RUNNING, S. W. Water in a changing world. **Ecological applications**, v. 11, n. 4, p. 1027-1045, Aug. 2001.

KHAN, S.; TARIQ, R.; YUANLAI, C.; BLACKWELL, J. Can irrigation be sustainable? **Agricultural Water Management**, v. 80, n. 1-3, p. 87-99, Feb. 2006.

KULKARNI, S. Innovative technologies for water saving in irrigated agriculture. **International journal of water resources and arid environments**, v. 1, n. 3, p. 226-231, 2011.

KUMAR, S.; IMTIYAZ, M.; KUMAR, A.; SINGH, R. Response of onion (*Allium cepa* L.) to different levels of irrigation water. **Agricultural Water Management**, v. 89, n. 1-2, p. 161-166, Apr. 2007.

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, n. 3, p. 865-876, Mai-jun. 2012.

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, n. 4, p. 558-566, out-dez. 2013.

LACERDA, M. A.; LACERDA, R. d. O cluster da fruticultura no polo Petrolina/Juazeiro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 1, 2004.

LUSTOSA, M. C. J.; APOLINÁRIO, V.; SILVA, M. L. Arranjos produtivos locais como política de inclusão produtiva no nordeste brasileiro. **Revista Paranaense de Desenvolvimento-RPD**, v. 39, n. 134, p. 77-93. Jan-Jun 2018.

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

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: Princípios e métodos**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2006. 318p.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, F. F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**, p. 384-422, 2011.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 129, n. 3-4, p. 1189-1200, Aug. 2017.

MAROUELLI, W. A.; BRAGA, M. B.; ANDRADE JUNIOR, A. S. Irrigação na cultura da melancia. **Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2012.

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

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996.

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.

MAY, A.; CECÍLIO FILHO, A. B.; PORTO, D. R. Q.; VARGAS, P. F.; BARBOSA, J. C. Efeitos de doses de nitrogênio e potássio e densidade populacional sobre a classificação de bulbos de cebola. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 396-401, Jul. 2007.

MCDONALD, K. J.; CHOI, K. S. Synthesis and photo electrochemical properties of Fe₂O₃/ZnFe₂O₄ composite photo anodes for use in solar water oxidation. **Chemistry of Materials**, v. 23, n. 21, p. 4863-4869, Oct. 2011.

MCGUIRE, S. FAO, IFAD, and WFP. The state of food insecurity in the world 2015: meeting the 2015 international hunger targets: taking stock of uneven progress. **Rome: FAO**, 2015. 2015.

MENEZES JÚNIOR, F. O.; KURTZ, C. Produtividade da cebola fertirrigada sob diferentes doses de nitrogênio e densidades populacionais. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 4. p. 571-579, Out- Dez. 2016.

MERCHÁN, D.; CASALÍ, J.; LERSUNDI, J. D. V.; CAMPO-BESCÓS, M. A.; GIMÉNEZ, R.; PRECIADO, B.; LAFARGA, A. Runoff, nutrients, sediment and salt yields in an irrigated watershed in southern Navarre (Spain). **Agricultural Water Management**, v. 195, p. 120-132, Jan. 2018.

MONTEIRO, R. O. C.; COSTA, R. N. T.; LEÃO, M. C. S.; AGUIAR, J. D. Eficiência do uso da água e nitrogênio na produção de melão. **Irriga**, v. 13, n. 3, p. 367, 2018.

NAKAYAMA, F. S.; BUCKS, D. A. Water quality in drip/trickle irrigation: a review. **Irrigation science**, v. 12, n. 4, p. 187-192, Dec.1991.

OLIVEIRA, G. M.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; BISPO, R. C.; SANTOS, I. M. S.; LIMA, C. B. A.; CARVALHO, A. R. P. Coeficiente de cultura e produtividade da cebola submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 17, n. 9. P. 969-974, Jun. 2013.

PARIS, P.; DI MATTEO, G.; TARCHI, M.; TOSI, L.; SPACCINO, L.; LAUTERI, M. Precision subsurface drip irrigation increases yield while sustaining water-use efficiency in Mediterranean poplar bioenergy plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 409, p. 749-756, Feb. 2018.

PATEL, N.; RAJPUT, T. B. S. Effect of subsurface drip irrigation on onion yield. **Irrigation Science**, New York, v. 27, n. 2, p. 97-108, Jan. 2009.

PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.465-473, Jan. 2000.

PEDRO-MONZONÍS, M.; SOLERA, A.; FERRER, J.; ESTRELA, T.; PAREDES-ARQUIOLA, J. A review of water scarcity and drought indexes in water resources planning and management. **Journal of Hydrology**, v. 527, p. 482-493, Aug. 2015.

PENUELAS, J.; POULTER, B.; SARDANS, J.; CIAIS, P.; VELDE, M. V. D.; BOPP, L.; BOUCHER, O.; GODDERIS, Y.; HINSINGER, P. LLUSIA, J.; NARDIN, E.; VICCA, S.; OBERREINER, M.; JANSSENS, I. A. Human-induced nitrogen–phosphorus imbalances alter natural and managed ecosystems across the globe. **Nature communications**, v. 4, p. 2934, Dec. 2013.

PINHEIRO, G. S.; ANGELOTTI, F.; SANTANA, C. V. S.; DANTAS, B. F., COSTA, N. D. Efeito da temperatura sobre a germinação de sementes de cebola. **Scientia Plena**, v. 10, n. 11, Out. 2014.

PONTES, A. G. V.; GADELHA, D.; FREITAS, B. M. C.; RIGOTTO, R. M.; FERREIRA, M. J. M. Os perímetros irrigados como estratégia geopolítica para o desenvolvimento do semiárido e suas implicações à saúde, ao trabalho e ao ambiente. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, p. 3213-3222, Dec. 2013.

PÔRTO, M. L.; ALVES, J. D. C.; SOUZA, A. D.; ARAÚJO, R. D. C.; ARRUDA, J. D.; JÚNIOR, U. A.T. Doses de nitrogênio no acúmulo de nitrato e na produção da alface em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 539-543, Jul-set. 2012.

R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Disponível em: <<https://www.r-project.org>>. Acesso em: 20 dez. 2019.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D. Dose econômica de nitrogênio na produtividade e armazenamento de cultivares de cebola. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 357-362, Jul-Set. 2014.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D. Épocas de plantio e doses de nitrogênio e potássio na produtividade e armazenamento da cebola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, V. 43, n. 2, P. 221-226, Fev. 2008.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; PINTO, J. M. Rendimento e conservação pós-colheita de bulbos de cebola com doses de nitrogênio e potássio. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 139-143, Abr.-Jun. 2009.

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, Mai-Jun. 2016.

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

REYES-CABRERA, J.; ZOTARELLI, L.; DUKES, M. D.; ROWLAND, D. L.; SARGENT, S. A. Soil moisture distribution under drip irrigation and seepage for potato production. **Agricultural water management**, v. 169, p. 183-192, May. 2016.

ROCKSTRÖM, J.; WILLIAMS, J.; DAILY, G.; NOBLE, A.; MATTHEWS, N.; GORDON, L.; HETTERSTRAND, H.; DECLERCH, F.; SHAH, M.; STEDUTO, P.; FRAITURE, C.; HATIBU, N.; UNVER, O.; BIRD, J.; SIBANDA, L.; SMITH, J. Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability. **Ambio**, v. 46, n. 1, p. 4-17, Feb. 2017.

RODRIGUES, G. S. O.; GRANGEIRO, L. C.; NEGUEIROS, M. Z.; SILVA, A. C.; JÚNIOR, J. N. Qualidade de cebola em função de doses de nitrogênio e épocas de plantio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n.3, p.239-247, Jul-Set. 2015.

RUPÉREZ-MORENO, C.; SENENT-APARICIO, J.; MARTINEZ-VICENTE, D.; GARCÍA-ARÓSTEGUI, J. L.; CALVO-RUBIO, F. C.; PÉREZ-SÁNCHEZ, J. Sustainability of irrigated agriculture with over exploited aquifers: The case of Segura basin (SE, Spain). **Agricultural Water Management**, v. 182, p. 67-76, Mar.2017.

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

SANTOS, C. A. F.; DINIZ, L. D. S.; OLIVEIRA, V. R.; COSTA, N. D. Avaliação de populações de cebola tipo Valenciana no Vale do São Francisco. In: **Embrapa Hortaliças-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. Horticultura Brasileira, Brasília, DF, v. 28, n. 2, p. S2538-S2541, jul. 2010.

SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R.; LEITE, D. L. Melhoramento genético de cebola no Brasil: avanços e desafios. **Embrapa Semiárido-Documents (INFOTECA-E)**, 2013.

SANTOS, J. P. D. **Desempenho de cultivares de cebola em função do espaçamento entre plantas**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural Do Semiárido. Mossoró, 2017.

SANTOS, J. P. D.; GRANGEIRO, L. C.; SOUSA, V. D. F.; GONÇALVES, F. D. C.; FRANCA, F. D. D.; CORDEIRO, C. J. Performance of onion cultivars as a function of spacing between plants. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 3, p. 212-217, Jan. 2018.

SCHILFGAARDE, J. V. Irrigation a blessing or a curse. **Agricultural water management**, v. 25, n. 3, p. 203-219, Jul. 1994.

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.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos - SEMARH. **Atlas Digital sobre Recursos Hídricos**. Aracaju: 2013. 1 DVD.

SILVA, A. S. **Produção de cebola fertirrigada com biofertilizante associado à adubação mineral**. 2012. Dissertação (mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró. 2012.

SILVA, V. P. R. On climate variability in Northeast of Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 58, n. 4, p. 575-596, Sep. 2004.

SIVAKUMAR, M. V. K.; DAS, H. P.; BRUNINI, O. Impacts of present and future climate variability and change on agriculture and forestry in the arid and semi-arid tropics. In: **increasing climate variability and change**. Springer, Dordrecht, 2005. p. 31-72.

SOBRAL, L. F., VIEGAS, P. R. A., SIQUEIRA, O. D., ANJOS, J. D., BARRETO, M. D. V., & GOMES, J. B. V. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007.

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.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TANJI, K.K.; KIELEN, N. C. **Agricultural drainage water management in arid and semi-arid areas**. FAO, 2002.

TEMESGEN, T.; AYANA, M.; BEDADI, B. Evaluating the effects of deficit irrigation on yield and water productivity of furrow irrigated Onion (*Allium cepa* L.) in Ambo, Western Ethiopia. **Irrigat Drainage Sys Eng**, v. 7, n. 203, p. 2, 2018.

TILMAN, D.; CASSMAN, K. G.; MATSON, P. A.; NAYLOR, R.; POLASKY, S. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, v. 418, n. 6898, p. 671, Aug. 2002.

TOSTA, A. L. **Tolerância ao déficit hídrico e eficiência no uso da água nos genótipos de cebola**. 2014. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção vegetal), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

VILAS BOAS, R. C. **Manejo e viabilidade econômica da irrigação por gotejamento na cultura da cebola**. 2010. 114 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

VILAS BOAS, R. C.; CARVALHO, J. G.; PEREIRA, G. M.; SOUZA, R. J.; GAMA, G. B. N.; GARCIA, H. H.; ARAUJO, R. S. A. Rendimento da cultura da cebola submetida a níveis de água e nitrogênio por gotejamento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 633-646. Mar- abr. 2014.

VILELA, N. J.; MAKISHIMA, N.; OLIVEIRA, V. R.; COSTA, N. D.; MANDAIL, J.; FILHO, W. P.C.;BOEING, G. Desafios e oportunidades para o agronegócio da cebola no Brasil. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 4, p. 1029-1033, Out-Dez. 2005.

WANG, Y.; ZHANG, X.; CHEN, J.; CHEN, A.; WANG, L.; GUO, X., NIU, Y.; LIU, A.; MI, G.; GAO, Q. Reducing basal nitrogen rate to improve maize seedling growth, water and nitrogen use efficiencies under drought stress by optimizing root morphology and distribution. **Agricultural water management**, v. 212, p. 328-337, Feb. 2019.