

SAULO DE TÁRCIO PEREIRA MARROCOS

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE CEBOLA
FERTIRRIGADA EM FUNÇÃO DE DOSES DE POTÁSSIO E
ÉPOCAS DE CULTIVO**

**MOSSORÓ-RN
2015**

SAULO DE TÁRCIO PEREIRA MARROCOS

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE CEBOLA
FERTIRRIGADA EM FUNÇÃO DE DOSES DE POTÁSSIO E
ÉPOCAS DE CULTIVO**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-árido, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

ORIENTADOR:

Prof. D.Sc. LEILSON COSTA GRANGEIRO

MOSSORÓ-RN
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência

Marrocos, Saulo de Tércio Pereira.

Produtividade e qualidade de cebola fertirrigada em função de doses de potássio e épocas de cultivo / Saulo de Tércio Pereira Marrocos-- Mossoró, 2015.

69f.: il.

Orientador: Prof. D. Sc. Leilson Costa Grangeiro
Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do
Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pós-Graduação.

1. Cebola. 2. Adubação potássica – Allium cepa L. 3. Pungência.
4. Sólidos solúveis. 5. Produtividade comercial – cebola. I.Título.

RN/UFERSA/BCOT/379
M361p

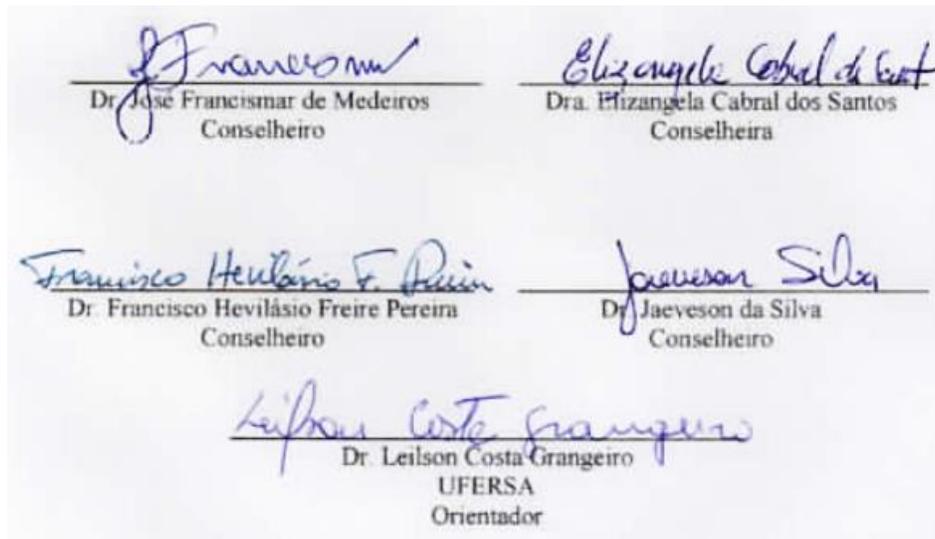
CDD: 635.25

SAULO DE TÁRCIO PEREIRA MARROCOS

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE CEBOLA
FERTIRRIGADA EM FUNÇÃO DE DOSES DE POTÁSSIO E
ÉPOCAS DE CULTIVO**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-árido, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

APROVADO EM: 19/02/2015



Dr. José Francimar de Medeiros
Conselheiro

Dra. Elizângela Cabral dos Santos
Conselheira

Dr. Francisco Hevilásio Freire Pereira
Conselheiro

Dr. Jaeveson da Silva
Conselheiro

Dr. Leilson Costa Grangeiro
UFERSA
Orientador

A minha família, que sempre foi minha base, em especial a minha irmã Danila e a meus pais Raimundo e Fátima.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, nosso criador, pela graça da vida. A Ele, que é nosso guia diário e nosso refúgio nos momentos difíceis.

À UFRSA, pela oportunidade de me tornar um profissional qualificado, por meio de um programa de pós-graduação conceituado.

A Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Leilson, por ter me ensinado a ser um profissional melhor.

Aos membros da banca examinadora: Francismar, Elisângela, Hevilásio e Jaeverson por suas contribuições à melhoria deste trabalho.

A minha equipe de pesquisa, em especial a Valdívia, Gaby, Raiani, Daniela, José Novo, Jardel, Jader, Lucas, Rômulo pela incansável ajuda antes, durante e após a realização desta pesquisa. Foram fundamentais para que o projeto fosse posto em prática. Ao lado de vocês, os longos e cansativos dias de trabalho se tornaram agradáveis.

A Flabênio, funcionário da fazenda experimental da UFRSA, pelo apoio na condução do experimento.

Ao pessoal do CPVSA/UFRSA: Bruno, Christiane, Juliana, Paulo e Priscila, pela ajuda sempre que solicitados.

Ao pessoal da Horta do DCV/UFRSA, em especial ao seu Oderi, “Nanam”, seu Antônio, Josimar e Raimundo, pela ajuda na realização das atividades de campo.

Aos meus pais, Raimundo Marrocos e Maria de Fátima, por seu carinho, apoio e confiança.

As minhas tias Maria e Fatinha, pelo amor e carinho.

A minha irmã por ser exemplo de capacidade e dedicação no curso de Agronomia e por nunca me faltar sempre que precisei. E aos meus sobrinhos, que amo intensamente.

A Junior, pela amizade e carinho oferecidos, pelas risadas gratuitas nos momentos de cansaço e estresse, pelos conselhos dados e por está sempre presentes em minha vida.

As minhas amigas Carmélia e Ana Paula, pela amizade e amor, por está sempre ao meu lado me escutando, e torcendo pela minha felicidade e sucesso.

A Damiana, Cosma, Jusciele, Rafaella, Samyra, Thaíza, Raiani por me suportar todos esses anos e por me amar assim como eu sou sem questionar meus dias de estresse.

A todos aqueles não mencionados, mas que indiretamente contribuíram para que eu cumprisse mais essa etapa da minha vida.

Muito Obrigado!

RESUMO

MARROCOS, Saulo de Tércio Pereira. **Produtividade e qualidade de cebola fertirrigada em função de doses de potássio e épocas de cultivo**. 2015. 67f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2015.

O cultivo da cebola no Rio Grande Norte é recente e ainda existem poucas informações a respeito do efeito da adubação potássica na produção e qualidade da cultura. Diante disso, objetivou-se nesse trabalho avaliar a produtividade e qualidade da cebola fertirrigada com diferentes doses de potássio e épocas de plantio. Os experimentos foram divididos em dois períodos de cultivo, setembro/2012 (EP1) e abril/2013 (EP2), nos quais se testaram as doses 0, 36; 72; 108, 144 e 180 kg ha⁻¹ de K₂O da adubação potássica. As características avaliadas foram: potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT), sólidos solúveis (°Brix), pungência (PG), relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT), diâmetro longitudinal de bulbo, diâmetro transversal de bulbo, índice de formato de bulbo (V/H), teores NPK na diagnose foliar, massa média de frutos, classificação dos bulbos, produtividade comercial, produtividade total, produtividade não comercial, e análise econômica. Os resultados observaram-se que o aumento das doses de potássio não influenciaram na qualidade dos bulbos de cebola cultivar IPA 11, sendo as produzidas na época 1 (setembro/2012) com melhor qualidade de bulbo em relação a época 2 (abril /2013). A dose de 144 e 180 kg ha⁻¹ de K₂O proporcionaram maior produtividade comercial e total, renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade para EP1 e EP2, respectivamente, sendo o plantio de setembro/2012 mais lucrativo que o de abril/2013, a partir das doses 108 kg.ha⁻¹ de K₂O.

Palavras-chave: Cebola; Adubação potássica – *Allium cepa* L; Pungência; Sólidos solúveis; Produtividade comercial – cebola.

ABSTRACT

MARROCOS, Saulo de Tárccio Pereira. . **Onion yield and quality fertigated due to potassium levels and growing seasons**. 2015. 67f. Thesis (PhD in Agronomy: Plant Science) - Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2015.

The Onion culture in Rio Grande Norte is recent and there is little information on the effect of potassium fertilizer on yield and crop quality. Therefore, this study aimed to evaluate the yield and quality of onion fertigation with different doses of potassium and planting dates. The experiments were divided into two periods of cultivation, September/2012 (T1) and April/2013 (T2), in which the tested doses 0, 36; 72; 108, 144 and 180 kg ha⁻¹ K₂O potassium fertilization. The characteristics evaluated were: hydrogen potential (pH), titratable acidity (TA), soluble solids (°Brix), Pungency (PG), soluble solids/titratable acidity (SS/TA), longitudinal bulb diameter, cross-bulb diameter bulb shape index (V/H), NPK levels on leaf analysis, average fruit weight, classification of bulbs, business productivity, total, non-commercial productivity, and economic analysis. The results we observed that increased potassium levels did not influence the quality of onion bulbs' IPA 11, with those produced at the time 1 (September/2012) with better quality bulb for time 2 (April/2013). The dose of 144 and 180 kg ha⁻¹ K₂O provided greater commercial and total productivity, gross income, net income, rate of return and profitability index for EP1 and EP2, respectively, and the planting of September/2012 more profitable than April/2013 from 108 kg ha⁻¹ doses of K₂O.

Keywords: Onion; Potassium fertilization - *Allium cepa* L; Pungency; Soluble solids; Business productivity - onion.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Precipitações totais e valores médios mensais da temperatura do ar mínima, máxima e média, umidade relativa do ar (UR) nos dois experimentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	27
Tabela 2 -	Caracterização química do solo e da água de irrigação das áreas experimentais. Mossoró-RN. UFERSA, 2015.....	28
Tabela 3 -	Resumo da análise de variância para diâmetro horizontal (DH), diâmetro vertical (DV), relação entre diâmetro horizontal e vertical (DH/DV), pungência, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) e potencial Hidrogeniônico (pH) dos bulbos de cebola cv. IPA 11, em função da época de plantio. Mossoró-RN. UFERSA, 2015.....	36
Tabela 4 -	Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, pH, pungência (PG - μmol ácido pirúvico g^{-1}), diâmetro longitudinal (DLB) e transversal do bulbo (DTB), relação DTB/DLB de bulbos de cebola cv. IPA 11, em função da época de plantio. Mossoró-RN. UFERSA, 2015.....	37
Tabela 5 -	Resumo da análise de variância para o teor de nitrogênio na folha diagnose (N), o teor de fósforo na folha diagnose (P), o teor de potássio na folha diagnose, massa média de bulbo (MMB), porcentagem de bulbo Classe 1 (C1), porcentagem de bulbo	

	Classe 2 (C2), porcentagem de bulbo Classe 3 (C3), porcentagem de bulbo Classe 4 (C4), produtividade comercial (PC), produtividade não comercial (PNC), produtividade total (PT), eficiência agrônômica (EA) em cebola IPA 11. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	43
Tabela 6 -	Valores médios dos teores de NPK da folha diagnose, massa média de bulbo (MMB), porcentagem de bulbos classe 1 (C1), porcentagem de bulbos classe 2 (C2), porcentagem de bulbos classe 3 (C3), porcentagem de bulbos classe 4 (C4) produtividade comercial (PDC), produtividade total (PDT) e produtividade não comercial (PNC) de cebola, cv. IPA 11 em função da época de plantio. Mossoró-RN, 2015.....	44
Tabela 7 -	Efeito das doses de potássio e das épocas de plantio nos teores de K na folha diagnose de cebola, cv. IPA 11. Mossoró-RN. 2015.....	45
Tabela 8 -	Indicadores econômicos: produtividade comercial media observada (PC), renda bruta (RB), custo de produção (CP), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) de cebola em função da adubação potássica e épocas de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Transplântio das mudas de cebola IPA11. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	30
Figura 2 - Tanque de derivação, “pulmão”. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	31
Figura 3 - Momento em que a irrigação foi interrompida, com 70% do estande tombado. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.	32
Figura 4 - Classificação de bulbos. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	34
Figura 5 - Diâmetro longitudinal de bulbos das cebola em função das doses de K ₂ O. Mossoró/RN, UFERSA, 2015.....	40
Figura 6 - Teor de potássio em função das doses de K ₂ O na EP1. Mossoró/RN, UFERSA, 2015.....	45
Figura 7 - Massa média dos bulbos de cebola em função das doses de K ₂ O. Mossoró/RN, UFERSA, 2015.....	46
Figura 8 - Percentual dos bulbos classe 2 (Figura A) e classe 3 (Figura B) em função das doses de K ₂ O. Mossoró/RN, UFERSA, 2015.....	48
Figura 9 - Produtividade comercial e total dos bulbos de cebola em função das doses de K ₂ O. Mossoró/RN, UFERSA, 2015.....	49

LISTA DE TABELAS DO APÊNDICE

Figura 1A - Croqui da área experimental referente aos experimentos 1 e 2. Mossoró/RN, UFERSA, 2015.....	67
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DA CEBOLA.....	15
2.2 POTÁSSIO NO SOLO E NA PLANTA.....	18
2.3 EFEITOS DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM HORTALIÇAS.....	20
2.4 FERTIRRIGAÇÃO EM HORTALIÇAS.....	24
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL....	27
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	28
3.3 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	29
3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	32
3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
4.1 QUALIDADE DOS BULBOS DE CEBOLA.....	36
4.2 PRODUÇÃO DOS BULBOS DE CEBOLA.....	42
5. CONCLUSÕES.....	55
REFERÊNCIAS.....	56

1 INTRODUÇÃO

A cebola é uma das hortaliças mais consumidas pela população mundial juntamente com a batata e o tomate, seja de forma direta, in natura, seja na forma indireta, saladas, minimamente processada e industrializada em uma ampla gama de produtos (FIGUEIREDO NETO et al., 2014). Na composição nutricional, são encontrados diferentes minerais, vitaminas (B1, B2 e C) e compostos organosulfurados. Tais atributos são determinados, em parte, pelo genótipo, por tratamentos culturais na pré-colheita, pela época adequada de colheita e por tratamentos pós-colheita, que visam principalmente garantir a integridade física e manutenção da qualidade química dos bulbos (PEREIRA et al., 2012)

A produção de cebola vem se destacando no mercado pelo seu valor econômico. No contexto da agricultura brasileira, a cebola posiciona-se como um produto de elevada importância socioeconômica, pois gera emprego e renda e fixa ao agricultor e sua família no meio rural (SANTOS et al., 2012). O Brasil é o nono produtor de cebola, com volume de 1,2 milhões de toneladas, em 60 mil hectares, e um consumo médio estimado de 6 kg/pessoa/ano, sendo considerada a terceira hortaliça mais importante no Brasil, em termos de valor econômico (IBGE, 2013).

O período de plantio de cebola é variável com a região produtora. No nordeste, o seu cultivo é realizado durante o ano todo, com concentração nos meses de janeiro a março e colheitas de maio a julho. Entre os fatores que influenciam a qualidade dos bulbos de cebola está a nutrição mineral da planta. Uma recomendação de adubação desbalanceada, principalmente em potássio (K), pode afetar negativamente a qualidade dos bulbos da cultura

Quanto à capacidade de resposta da cebola à adubação potássica na qualidade de bulbos, diferentes autores relatam que o K, mesmo interferindo na biossíntese de açúcares, ácidos orgânicos e sólidos solúveis, não apresenta efeito na qualidade de

bulbos. Amariz et al. (2009), avaliando os efeitos de doses de potássio e nitrogênio na qualidade de bulbos de cebola “Vale Ouro”, também não constataram influência do potássio, até a dose 180 kg ha^{-1} de K_2O , nos teores de pungência e acidez titulável.

Mesmo sendo muito exigente em potássio, a resposta da cebola a este nutriente nem sempre é expressiva. Cecílio Filho et al. (2010), avaliando a produtividade de cebola as aplicações de potássio e nitrogênio, registraram aumento, mesmo em pequena expressão, na produtividade dos bulbos com a adição de potássio, atingindo produtividade de 36 t ha^{-1} na dose de 225 kg ha^{-1} de K_2O e 0 kg ha^{-1} de N. Já May et al. (2007) relatam que a aplicação de potássio associado ao N reduz para aproximadamente zero a porcentagem de bulbos não-comerciais para os híbridos Optima e Superex, mostrando dessa forma a ação do K na produção de bulbos comerciais.

Com relação à adubação potássica, no Rio Grande do Norte, grande parte dos produtores de cebola utilizam esse adubo via fertirrigação. Essa tecnologia já vem sendo aplicada pelos produtores da região na produção de melão e está sendo amplamente utilizada no cultivo da cebola. No entanto, as informações sobre o comportamento da cebola as aplicações de potássio, via fertirrigação, são escassas, sendo o produtor obrigado a utilizar recomendações fornecidas por empresas privadas que fornecem o adubo químico.

Sendo assim, no estado do Rio Grande do Norte, a determinação das doses de K, adequadas para o cultivo de cebola, utilizando a técnica da fertirrigação, além de contribuir para a ampliação dos conhecimentos sobre a nutrição da cebola, contribuirão para a redução da aplicação de fertilizantes, tornando a atividade econômica e ambientalmente sustentável. Nesse contexto, objetivou-se nesse trabalho avaliar a produtividade e qualidade da cebola fertirrigada com diferentes doses de potássio e épocas de cultivo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DA CEBOLA

A cebola é originária das regiões montanhosas da Ásia Central e pertence à família Aliaceae, sendo a hortaliça condimentar mais difundida no mundo (DOGLIOTTI et al., 2011). Ela apresenta um importante papel social, pois fixa o homem no campo evitando êxodo rural, gerando emprego e renda, uma vez que é uma hortaliça consumida por quase todos os povos, independente da origem étnica e cultural, sendo um importante componente de ocupação de mão de obra familiar.

Sendo uma hortaliça herbácea, a cebola apresenta folhas grandes subcilíndricas ocas (tubulares), lisas e cobertas por uma camada cerosa. O pseudocaule é formado pela superposição das bainhas das folhas. Os bulbos são formados pelas bainhas carnosas das folhas e, nas partes externas, são envoltos por túnicas brilhantes de coloração variável. O caule verdadeiro situa-se na base do bulbo de onde partem as folhas e as raízes (COSTA et al., 2002).

Devido o sistema radicular ser pouco ramificado e pouco profundo, torna-se necessário disponibilizar os nutrientes na camada superior do solo. Fornecidos na época certa e em quantidades suficientes para a cultura da cebola, caso contrário haverá prejuízo ao rendimento e à qualidade dos bulbos. Em função do sistema radicular relativamente pequeno e superficial, a cebola é exigente em água, onde déficits hídricos afetam não somente a produção de bulbos, mas também as propriedades físicas e químicas dos mesmos. Para Trani et al. (2014), estas características acima descritas têm implicações peculiares quanto à aplicação e ao suprimento de nutrientes à cultura.

As condições climáticas da região Nordeste possibilitam o plantio de cebola durante o ano todo, e conseqüentemente, permitem a oferta do produto no mercado nos

períodos em que outras regiões, devido suas condições climáticas desfavoráveis, não produzem. Esta vantagem permite aos produtores da região programar suas safras para os meses do ano quando, historicamente, ocorre menor oferta do produto no mercado doméstico e, conseqüentemente, os preços estão mais elevados (EMBRAPA, 2008). No Rio Grande do Norte a produção de cebola é relativamente recente, concentra-se nos municípios de Baraúna e Mossoró, com uma área plantada de 605 ha (IBGE, 2013). O cultivo da cebola tem crescido a cada ano, tornando-se uma alternativa de renda dos produtores da região.

Os fatores ambientais, fotoperíodo e temperatura, afetam o desenvolvimento da cebola, o que condiciona a adaptação de uma cultivar a determinadas regiões geográficas, influenciando nas fases vegetativas, que culmina com a formação do bulbo (COSTA et al., 2002). O fotoperíodo é um fator ambiental limitante no desenvolvimento de bulbos, ao ponto de classificar as cultivares quanto à quantidade de luz necessária para promover o estímulo à bulbificação. Nesse sentido, teremos cultivares de dias curtos exigindo de 11 a 12 horas de luz dia⁻¹; cultivares intermediários exigindo de 12 a 14 horas de luz dia⁻¹; cultivares de dias longos exigem mais de 14 horas de luz dia⁻¹ (SANTOS, 2007). As temperaturas elevadas estimulam a produção de bulbos. No entanto, temperaturas noturnas maiores que 35 °C na fase inicial favorecem a bulbificação precoce e prejudicam a formação do bulbo (OLIVEIRA et al., 2004).

Avaliando o efeito da temperatura e luminosidade, a Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA, em parceria com a Embrapa Semiárido, desenvolveu vários programas de melhoramento genético da cebola, resultando na geração de diversas cultivares, dentre elas a série IPA (BUZAR et al., 2007). A cultivar Vale Ouro IPA-11, também integrante da série IPA, resultante do cruzamento da Roxa IPA-3 x Belém IPA-9, resultou em uma planta com bulbos mais alargados e globosos, maior produtividade, e maior resistência ao mal das sete voltas e ao tripses do que suas progenitoras (COSTA et al., 1999). Em Mossoró-RN, Rodriguez (2014) e Novo Júnior

(2014), utilizando 135 kg de N, 135 de P₂O₅ e 135 kg de K₂O, constataram produtividades acima de 40 t ha⁻¹, quando utilizaram a cultivar IPA11.

No nordeste, além da IPA 11, se utilizam outras cultivares, para o plantio de março com cultivares de coloração amarela, com Composto IPA-6, Texas Grano-502 PRR e os híbridos Granex-429, Granex-33 e Mercedes, bem como a cultivar Franciscana IPA-10 com bulbo de coloração roxa. Para semeaduras a partir de julho, deve-se dar preferência às cultivares de cor amarela, como: Alfa Tropical, Alfa São Francisco e Franciscana IPA-10, de coloração roxa (COSTA e RESENDE, 2007)..

No que diz respeito ao crescimento da cebola, observa-se que, inicialmente, seu desenvolvimento é lento até próximo à metade do ciclo, a partir daí, tem-se o início da bulbificação, quando se inicia a translocação de fotoassimilados e outros compostos para o bulbo, havendo rápido acúmulo de matéria seca no bulbo (AGUIAR NETO et al., 2014). O processo de bulbificação se inicia quando as condições de temperatura e de fotoperíodo favorecem o desenvolvimento do bulbo, surgindo inicialmente uma dilatação das folhas basais a uma pequena distância acima do caule e o armazenamento de substâncias de reserva nessas folhas modificadas (LONGO, 2009). A nutrição da cultura é uma característica muito importante, o que exige do produtor um maior cuidado na dosagem dos fertilizantes aplicados, uma vez que o desbalanceamento nutricional pode ocasionar diminuição no desenvolvimento e produção ocasionando prejuízo ao produto.

Nesse sentido, a determinação da quantidade de nutrientes acumulados nas plantas, principalmente no bulbo, é importante nas confecções de recomendações econômicas de adubação. Em geral, a absorção de nutrientes é diferenciada ao longo do ciclo, por isso as recomendações de adubações levam em consideração as curvas de absorção, estimando a quantidade necessária que cada nutriente deve ser aplicada para um determinado estágio de desenvolvimento da planta (MALAVOLTA et al., 1997).

Aguiar Neto et al. (2014), avaliando o crescimento e o acúmulo de nutrientes das cultivares IPA11 e Texas Grano 502, observaram maiores incrementos na massa

seca total, da parte aérea e do bulbo, no período de 60 a 75 DAT. Os nutrientes foram absorvidos pela cebola na seguinte ordem: K>Ca>N>Mg>P>Fe>Mn>Zn e N>K>Ca>Mg>P>Mn>Fe>Zn para “Texas Grano 502” e “IPA 11” em Baraúna/RN, respectivamente.

2.2 POTÁSSIO NO SOLO E PLANTA

Desde o século III a.C., o potássio vem sendo utilizado na agricultura, como fonte de nutriente para plantas, na forma de adubo e cinzas. No século XVIII, iniciou-se a exportação do KCl, oriundo da América do Norte, para Europa, sendo que, no século XIX, a produção comercial em larga escala foi produzida pela Alemanha (NASCIMENTO; LAPIDO-LOUREIRO, 2009). Hoje, mais de 95% da produção mundial de K são utilizados como fertilizantes, os restantes são empregados na indústria de detergentes, cerâmicas, produtos químicos e farmacêuticos. A produção concentra-se praticamente em seis países: Canadá (34%), Rússia (15%), Alemanha (12%), Israel (7%), Estados Unidos (4%) e Jordânia (2%), que juntos representam 88% do total mundial. Os restantes produzem menos que um milhão de toneladas por ano cada, incluindo o Brasil (1,3%) (MELAMED et al., 2009).

O processo de intemperismo, que ocasiona a degradação das rochas e a formação dos solos, é o responsável pelo K presente nos solos (MIELNICZUK, 1984). Entretanto, o potencial de disponibilidade e a capacidade de suprimento dependem da presença de minerais primários, dos minerais secundários formados, da CTC do solo, da capacidade que o solo possui de manter as concentrações de K na solução e da ciclagem deste nutriente durante os ciclos vegetativos das espécies de plantas (MELO, et al., 1998). Nesse sentido, o K no solo pode ser classificado em potássio disponível, moderadamente disponível e lentamente disponível. Essa classificação baseia-se na dificuldade que as plantas têm de acessar esse nutriente do solo. Assim, o K fica preso

às partículas de solo (adsorvido) com diferentes graus de energia, podendo também ser classificado como prontamente disponível ou lábil (SPARKS, 1980).

O teor de potássio é variável com o tipo de solo e com o grau de intemperismo da rocha. Por ser um nutriente abundante nas rochas, grande parte desse nutriente encontra-se em minerais que contêm o elemento nas estruturas cristalinas. Os minerais primários portadores de potássio mais importantes encontrados em rochas ígneas são os feldspatos e dois tipos de micas, a muscovita e a biotita (SPARKS; HUANG, 1985).

No solo a quantidade de potássio presente na solução afeta diretamente as taxas de absorção de outros cátions. As altas taxas de absorção implicam numa forte competição com absorção de outros cátions (RAIJ, 1991). A adsorção de potássio está relacionada com a disponibilidade dos cátions Ca^{2+} e Mg^{2+} . Essa adsorção de potássio no solo é dependente da composição física do solo e do fator ambiente que influencia a adsorção e a liberação desse nutriente. Além disso, a estrutura do solo, o tamanho das partículas dos minerais, a atividade biológica e os complexos orgânicos são aspectos que afetam a liberação de potássio na superfície dos minerais (SINGH; GOULDING, 1997). Na planta, a maior parte do potássio é absorvida pelas plantas durante a fase de crescimento vegetativo, em sua ausência, observa diminuição do crescimento da planta, afetando, em muitos casos a produção e qualidade do material colhido.

O potássio participa da regulação osmótica, controlando a entrada de água nas células, abertura e fechamento dos estômatos, regulando a perda de água por transpiração (MARSCHNER, 1995). O potássio é o soluto que tem maior participação na atividade osmótica das células vegetais, sendo suas funções na folha de reduzir o potencial osmótico, levando a manutenção do turgor da mesma, permitindo a expansão celular (BERKOWITZ; WHALEN, 1985). Embora o K não faça parte de nenhum composto orgânico, desempenham importantes funções na planta, como na fotossíntese, ativação enzimática, síntese de proteínas, transporte de carboidratos entre outros, e é, portanto, fundamental ao crescimento e produção. Além de ser um ativador de um grande número de enzimas vegetais, favorecendo a formação de

compostos nitrogenados e na síntese, translocação e armazenamento de açúcares (MALAVOLTA; CROCOMO, 1982).

É nutriente absorvido em grandes quantidades pelas raízes na forma de K^+ , sendo o cátion mais abundante nos tecidos. Por não fazer parte de nenhum composto orgânico e pela alta mobilidade nos tecidos da planta, sintomas de deficiência desse nutriente é observado primeiramente nas folhas mais velhas, progredindo para toda planta. As folhas novas afilam e as velhas apresentam amarelecimento das bordas, tornando-se amarronzadas e necrosadas. As necessidades de K para o ótimo crescimento das plantas situam-se na faixa de 20–50 g kg^{-1} da massa das partes vegetativas secas da planta, das frutas e dos tubérculos, entretanto as plantas têm a capacidade de absorver quantidade de K superior à sua necessidade, o que comumente é denominado consumo de luxo de K (MEURER, 2006). Na cebola, o teor de K acima 40g kg^{-1} é responsável para um crescimento normal da planta (MENDES et al., 2008)

2.3 EFEITOS DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM HORTALIÇAS

Para atingir o máximo potencial produtivo dessas culturas, é necessária uma série de práticas agrícolas, dentre elas, a adubação. Nesse sentido, para a produção de hortaliças é necessário adequado fornecimento de nutrientes, desde o estágio de plântula até a colheita. O desequilíbrio nutricional, seja por carência ou excesso de nutrientes, é fator estressante para a planta, que influencia, diretamente, na produção e na qualidade final do produto (ARAÚJO et al., 2012). A adubação balanceada ocasiona aumento na produtividade e na qualidade do produto colhido. Dentre os adubos químicos mais utilizados, podem ser citados os adubados à base de NPK, em destaque os potássicos.

No Brasil, grande parte dos solos apresenta baixa fertilidade. Para torná-los produtivos, são utilizadas quantidades elevadas de fertilizantes, englobando cerca de 40% dos custos variáveis de produção. Estima-se que em 2012 o Brasil foi um grande importador de potássio fertilizante, especialmente, na forma de cloreto de potássio (OLIVEIRA, 2013). Segundo Malavolta et al. (2002), o grande consumo de potássio se deve ao fato de esse nutriente ser exigido em grande proporção pela planta, sendo as necessidades muito maiores que as de fósforo, e da mesma ordem de grandeza que as exigências de nitrogênio, quando se considera a quantidade dos três elementos na planta. Embora seja muito utilizado e consumido pelas hortaliças, seu efeito no aumento na produção ainda é muito questionado e sua influência é variável com a espécie cultivada. Nesse sentido, o potássio nem sempre é constatado efeito elevado na produtividade, tanto aplicado isoladamente, como em combinações com outros nutrientes.

Em cebola, apesar de extrair grande quantidade de potássio, de modo geral, não é observado efeito da adubação potássica na produtividade de bulbo (FILGUEIRA, 2008). Magalhães (1993) relata que existem poucos resultados que confirmam o efeito do fertilizante potássico na produtividade, embora não se conheça o seu efeito sobre a qualidade e a conservação do produto. No entanto, um aumento na produtividade da cebola foi observado por Kumar et al. (2001), quando foi adicionado 40 kg ha⁻¹ de K₂O. Segundo os autores, as doses de 80 e 160 kg ha⁻¹ não apresentaram influência na produção de bulbo. Em contrapartida, Akhtar et al. (2002) observaram aumento na produtividade até a dose de 200 kg ha⁻¹ de K₂O, quando em presença de adubações nitrogenadas e fosfatadas. Mohanty e Das (2001) relataram aumento no diâmetro e na massa de matéria fresca do bulbo, com a aplicação de 60 kg ha⁻¹ de K₂O.

May et al. (2007), observando o desempenho de híbridos de cebola na fertilização nitrogenada e potássica, verificaram que o potássio afetou muito pouco as características relacionadas à análise de crescimento. Cecílio Filho et al. (2009), também, verificaram que as doses de K, apresentaram pequena expressão no

crescimento da parte aérea da cebola, quando comparado as doses de N. Isso pode ser explicado pelo fato de o nitrogênio ser o nutriente que mais exerce influência sobre o desenvolvimento da parte aérea de um vegetal. No entanto, a aplicação de potássio reduziu significativamente a quantidade de bulbos distribuídos na Classe 0 (“refugo”) até a dose de 150 kg ha⁻¹ de K₂O, com pequeno crescimento entre esta dose e 225 kg ha⁻¹ de K₂O. Isso demonstra que este nutriente contribui para a melhoria da qualidade dos bulbos, proporcionando uma redução da quantidade de refugos (May et al., 2007). Corroborando com os resultados de Resende e Costa (2008), onde a adubação potássica reduziu a produção de bulbos não comercial, Ghaffoor et al. (2003) também obtiveram menores produtividades de refugos com o aumento da adubação com NPK. Em relação à conservação pós-colheita, Resende e Costa (2008) constataram que o potássio é de grande importância na conservação pós-colheita de bulbos de cebola, uma vez que a adição de K reduziu a perda de massa dos bulbos.

Em cucurbitáceas, relatos diversos são encontrados na literatura a respeito da influência que o potássio tem na qualidade e produção dos frutos. Em abóbora, Araújo et al. (2012) relatam que a adição de potássio promoveu aumento da massa total dos frutos até a dose estimada de 199,00 kg ha⁻¹ de K₂O, quando atingiu o máximo de 9.681,0 g planta⁻¹. Em seguida, o acréscimo de K ocasionou redução na massa dos frutos. Grangeiro e Cecílio Filho (2004), em melancia, também observaram que a partir de uma determinada dose, a produção dos frutos começa a decrescer. Segundo os autores, o potássio também influencia a qualidade dos frutos, onde a adição de K₂O promoveu um incremento na espessura da casca dos frutos. Em melão, a elevação das doses de potássio ocasionou acréscimos no peso médio dos frutos e um incremento de 17,06% na produtividade da cultura, em comparação com o uso da menor dose 80 mg dm⁻³ de K₂O (SILVA et al., 2014). Corroborando com esses resultados, Silva Júnior et al. (2010) observaram respostas lineares quando avaliaram a produtividade do melão cantaloupe fertirrigado com doses de potássio.

Em cenoura, Zanfirof et al. (2012) constataram que a produtividade foi crescente com o aumento das doses de potássio até atingir valor máximo de 103,8 t ha⁻¹, na dose estimada de 41,6 kg ha⁻¹ de K₂O, decrescendo após este valor. Mesmo influenciando a produtividade, os autores consideram que esse nutriente afeta pouco a produção, pois na comparação entre a máxima produtividade e a testemunha sem aplicação de potássio (90,7 t ha⁻¹), a diferença foi de apenas 14%. Nesse sentido, Filgueira (2008) relatou que poucas olerícolas respondem à aplicação de potássio em cobertura. Essa falta de efeito do potássio sobre a produção das hortaliças foi corroborado por Salata et al. (2011), ao avaliar a produtividade de ervilha em função de doses de potássio em cobertura, quando os autores não observaram incrementos de número e massa de vagens por planta, em função das doses aplicadas. Assim como Godoy et al. (2012), estudando doses de potássio em cobertura em couve-flor, não observaram resultados significativos para o diâmetro médio da cabeça e o número de folhas por planta, e concluíram que a aplicação de potássio apenas no plantio seria suficiente.

A baixa efeito do potássio, em algumas hortaliças pode ser justificada pelo alto teor que esse nutriente apresenta em alguns solos brasileiros. Esse alto teor pode estar relacionado com as elevadas doses de adubos utilizados em cultivos anteriores que ocasionaram uma elevação na fertilidade dos solos onde foi realizada a pesquisa. Em alho, Silva et al. (2000) observaram que o alto teor de potássio presente no solo poderia ter suprimido a influência nas características avaliadas. Segundo esses autores, quando os teores de potássio estão elevados, a cultura do alho não necessita de adubação potássica, podendo ser implantada sem a presença desse adubo. Magro (2012) observou que, na colheita da beterraba, a adubação potássica em cobertura não teve influência nas características de produção. Segundo Malavolta (1980), as respostas de desenvolvimento da planta e acúmulo de matéria seca estão mais relacionadas com o nitrogênio do que com o potássio.

2.4 FERTIRRIGAÇÃO EM HORTALIÇAS

A fertirrigação é uma técnica que utiliza a água de irrigação como forma de aplicação dos nutrientes até o sistema radicular das plantas, tendo como objetivo central o maior controle e eficiência da adubação em áreas agrícolas. Em tese, a fertirrigação pode ser utilizada em qualquer sistema de irrigação, mas é no gotejamento e na aspersão que observamos as maiores eficiências na aplicação dos nutrientes. Diante dessas observações, constata-se que a adubação aplicadas via fertirrigação, é de grande importância para lavouras altamente produtivas, onde são utilizadas altas doses dos fertilizantes, para que se elevar ao máximo o aproveitamento e se reduzir as perdas.

Burt et al. (1995) demonstram que, na fertirrigação, podem ser aplicados herbicidas, inseticidas, acaricidas, nematicidas, fungicidas e outros produtos químicos. Os autores afirmam também que a fertirrigação é o método mais eficiente de aplicação de fertilizantes, especialmente quando aplicados através de sistema de irrigação localizada. Esses mesmos autores relatam que a fertirrigação é o mais econômico método de aplicação de fertilizantes, quando se compara à fertirrigação por gotejamento e à aplicação de fertilizantes com o método convencional. Os resultados demonstram que há um aumento na eficiência de aplicação de fertilizante no primeiro método que se gasta de 20 a 50% menos fertilizantes que o método convencional.

Para o dimensionamento do sistema de fertirrigação, deve-se observar o tipo de solo e a qualidade da água a ser utilizada. Água com elevado nível de cálcio ou sólidos em suspensão pode ocasionar entupimento do sistema de irrigação, principalmente quando se utiliza a irrigação localizada, como o gotejamento, o que irá provocar em desuniformidade na aplicação dos nutrientes e no estande da área. Para evitar o entupimento do sistema de irrigação, é necessário proceder-se uma filtragem da solução após a injeção do fertilizante, principalmente na irrigação localizada. Neste

caso, podem ser usados filtros de tela ou de disco que são mais baratos e fáceis de se usar.

O planejamento e o manejo corretos da fertirrigação devem iniciar-se com o conhecimento da situação do solo, permitindo a determinação da dosagem apropriada de nutrientes. Na determinação das doses de nutrientes, é necessário conhecer: a extração pela cultura durante o ciclo e as necessidades nutricionais para atingir uma determinada produtividade, a quantidade de nutrientes que o solo pode fornecer para a cultura, a quantidade de nutrientes na água de irrigação e a eficiência de absorção de nutrientes nos diferentes métodos de irrigação (PAPADOPOULOS, 1999).

O uso da fertirrigação no cultivo de hortaliças tem trazido aumentos em produtividade e melhoria das características comerciais e de qualidade dos produtos. Entretanto, para que estes resultados sejam mantidos ao longo dos anos, é necessário que a fertirrigação seja praticada de forma tecnicamente segura, levando em consideração todos os fatores que influenciam a fisiologia e a nutrição das plantas, e a fertilidade do solo, a fim de se obter sucesso agrônômico, sem riscos ambientais, como a salinização e a contaminação dos recursos hídricos (EMBRAPA, 2004).

No cultivo da cebola, observa-se, na região Nordeste, que grande parte dos produtores ainda utiliza o método convencional na adubação da cultura. No entanto, em Mossoró-RN, essa prática vem sendo substituída pela fertirrigação. Essa maior utilização da fertirrigação em cebola se deve ao fato de que muitos dos atuais produtores dessa hortaliça já utilizavam essa técnica no cultivo de cucurbitáceas, como melão e melancia, reaproveitando a mesma estrutura empregada nessas olerícolas. Por se tratar de cultivo recente no Rio Grande do Norte, as pesquisas existentes com fertirrigação em cebola são incipientes, de forma que os produtores que utilizam essa técnica fazem uso de fórmulas e procedimentos desenvolvidos por consultores e firmas de fertilizantes ou outros produtores, ou ainda, tomam-se como referência outras hortaliças produzidas, como meloeiro, cuja prática ocorre de forma empírica (NOVO JUNIOR, 2014).

Aguiar Neto et al. (2014) verificaram para a cebola, cv. IPA 11, nas condições de Baraúna-RN e Petrolina-PE, produtividades de 40 e 36 t ha⁻¹, respectivamente. Para esses autores, a diferença de rendimento deve estar associado ao sistema de irrigação empregado pelas duas regiões e ao modo de aplicação de adubo. Em Petrolina, a irrigação foi por microaspersão e a adubação convencional por cobertura, parcelada em quatro aplicações, aos 20, 30, 40 e 50 dias após o transplante. Em Baraúna, utilizou-se irrigação por gotejamento e fertirrigação, dos 12 aos 60 dias após o transplante (DAT). Segundo Oliveira et al. (2008), a fertirrigação contribui para o aumento da produtividade das culturas, pois reduz as perdas de nutrientes por lixiviação e ainda permite um controle maior da concentração de nutrientes do solo aumentando, assim, a eficiência do uso dos fertilizantes haja vista que oferece, à planta, o nutriente prontamente disponível na solução do solo para ser absorvido.

Em melão, Silva et al. (2003), em Petrolina/PE, observaram que o híbrido AF-682 respondeu positivamente à aplicação de nitrogênio, via fertirrigação, no que se refere à produtividade e qualidade dos frutos. Corroborando com os resultados de Silva et al. (2003), Nascimento Neto et al. (2012) verificaram que a produção comercial dos frutos de melão, nas doses 120 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O, foi superior quando se utilizou da fertirrigação. A menor produção observada na produtividade comercial, segundo os autores, deve-se ao menor parcelamento da adubação convencional, na qual a maior concentração do adubo no sistema convencional ocasionou maior concentração salina do meio, afetando negativamente a cultura e provocando perdas por percolação do nutriente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

Os experimentos foram desenvolvidos na Fazenda Experimental Rafael Fernandes pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, localizada no distrito da Lagoinha, zona rural do município de Mossoró-RN, nos períodos de setembro a dezembro de 2012 (EP1) e de abril a julho de 2013 (EP2). As precipitações pluviiais e temperaturas médias mensais registradas obtidos na estação meteorológica localizada na Fazenda Experimental Rafael durante os períodos de condução dos experimentos, mostradas na Tabela 1. A cultivar utilizada foi a Vale Ouro IPA 11

Tabela 1. Precipitações totais e valores médios mensais da temperatura do ar mínima, máxima e média, umidade relativa do ar (UR) nos dois experimentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Mês	Temperatura (°C)			UR (%)	Precipitação (mm)
	Média	Máxima	Mínima		
Época 1 (2012)					
Setembro	26,62	34,23	20,81	50,79	0
Outubro	26,73	33,97	21,53	51,26	0
Novembro	26,88	34,00	21,92	53,31	0
Dezembro	27,46	33,75	22,92	51,79	0,44
Época 2 (2013)					
Abril	25,50	31,11	20,20	61,65	389,12
Maio	25,51	31,16	21,41	64,75	43,33
Junho	25,59	31,23	21,72	66,08	106,07
Julho	24,94	31,01	20,78	66,00	71,49

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2006). Para a caracterização química do solo, foram coletadas amostras compostas na profundidade de 0 a 20 cm. A água utilizada na irrigação foi

oriunda de um poço tubular profundo, do aquífero arenito Açú, cujos resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização química do solo e da água de irrigação das áreas experimentais com cebola. Mossoró-RN. UFERSA, 2015.

ANÁLISE DO SOLO											
Épocas	pH	MO	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	(h+Al)	SB	CTC	V
		g/kg		mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³			%	
1*	6,87	3,52	9,87	99,86	24,21	1,55	0,12	0	3,23	3,23	100
2	7,77	3,82	10,6	107,7	23,00	1,55	0,12	0	2,05	2,05	100
ANÁLISE DE ÁGUA											
Épocas	pH	CE	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Cl ⁻	CO ₃ ⁻²	HCO ⁻³	RAS	
		dS m ⁻¹	mmolc L ⁻¹								
1	8,2	0,55	0,53	2,37	2,07	1,35	2,2	1,6	7,9	1,8	
2	7,6	0,48	0,51	2,08	2,45	1,12	2,2	1,6	6,9	1,5	

*Época 1: experimento conduzido de setembro a dezembro/2012.

Época 2: experimento conduzido de abril a agosto/2013.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado nos dois ensaios foi em blocos casualizados completos com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas doses de 0, 25, 50, 75, 100 e 125% da adubação potássica recomendada para cebola com teor médio de potássio no solo por Costa et al. (1998) para o Estado de Pernambuco, correspondendo a uma adubação com 0; 36, 72; 108, 144 e 180 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. Para tanto, foi considerada a soma da adubação de plantio com a adubação de cobertura.

Cada unidade experimental foi constituída por um canteiro de 3,0 x 1,0 m, contendo oito fileiras de plantas, espaçada de 0,10 x 0,10 m, perfazendo uma área total de 3,00 m². Utilizou-se, como área útil (1,68 m²), as seis fileiras centrais, excluindo-se uma planta de cada extremidade.

3.3 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O preparo do solo constou de aração, gradagem e levantamento dos canteiros, seguido da adubação de plantio, que foi realizada de acordo com a recomendação de Costa et al. (1998). Nas adubações de fundação, foi utilizada a metade da dose de fósforo ($67,5 \text{ kg ha}^{-1}$) na forma de superfosfato triplo.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, colocando-se três mangueiras por canteiro espaçadas em 0,30 m com gotejadores do tipo autocompensante e vazão média de $1,40 \text{ L h}^{-1}$, distanciados 0,20 m entre si. As irrigações foram realizadas diariamente, com base na evapotranspiração da cultura (ET_c) estimada, multiplicando-se a evapotranspiração de referência (ET_o) pelo coeficiente de cultura (K_c).

As mudas foram produzidas em sementeiras, com dimensões de 1 m de largura, 10m de comprimento e 20 cm de altura, utilizando-se 15 g m^{-2} de semente para semeadura em sulcos transversais ao comprimento do canteiro, com profundidade de 1,0 cm e distância entre sulcos de 0,10 m. Os transplantios foram realizados aos 53 e 57 dias após a semeadura para EP1 e EP2 respectivamente, quando as mudas atingiram 15 a 20 cm de altura (Figura 1).



Figura 1. Transplântio das mudas de cebola IPA11. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

A adubação de cobertura foi realizada diariamente via água de irrigação, utilizando-se tanque de derivação produzido com tubo de PVC (Figura 2). As fertirrigações foram iniciadas aos 10 dias após o transplântio (DAT), estendendo-se até os 70 DAT, com sua distribuição, ao longo do ciclo, estabelecida a partir da marcha de absorção de nutrientes pela cultura da cebola, de acordo com Aguiar Neto et al. (2014). Foram utilizados $135,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, $67,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de P_2O_5 e as doses de potássio, diferenciadas de acordo com cada tratamento, e como fontes foram utilizadas a uréia, sulfato de amônio, mono amônio fosfato (MAP) e cloreto de potássio, respectivamente.



Figura 2. Tanque de derivação, “pulmão”. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Visando a prevenção e controle de doenças como mancha púrpura, foram realizadas pulverizações com produtos a base de Mancozeb (Manzate[®], 2,5 g L⁻¹), apenas no EP2 em intervalos de sete dias. O controle de pragas, como tripes e/ou ácaros foi efetuado mediante pulverizações alternadas em intervalos de quinze dias, com produto à base de Clorfernapi (Pirate[®], 0,5 mL L⁻¹) ou Deltametrina (Decis[®], 0,3 mL L⁻¹). O controle de plantas daninhas foi realizado por capinas manuais e enxada, realizadas sempre que necessário.

Quando aproximadamente 70% das plantas encontravam-se tombadas, foram suspensas as irrigações, para que houvesse a cura natural em campo (Figura 3). Em seguida, foram realizadas o arranquio das plantas e o toailete, com eliminação da parte aérea e das raízes.



Figura 3. Momento em que a irrigação foi interrompida, com 70% do estande tombado. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Para as análises de qualidade foram amostrados seis bulbos por parcela. Para a extração do suco, os bulbos foram triturados em multiprocessador doméstico, em seguida filtrados em funil utilizando papel filtro. As seguintes avaliações foram realizadas:

- Sólidos solúveis totais (°Brix): determinado por refratometria segundo o método da AOAC (2005), por leitura direta em refratômetro digital;
- Acidez titulável (% de ácido pirúvico): foi determinada, utilizando uma alíquota de 20 ml do suco do bulbo, a qual foi adicionada três gotas de fenolftaleína 1%. Em seguida, foi realizada a titulação até o ponto de viragem com solução de NaOH (0,1N), previamente padronizada;
- Relação SS/AT: obtida pela divisão dos sólidos solúveis pela acidez titulável, de acordo com Chitarra e Chitarra (2005);

- pH: utilizando-se do pHgâmetro, da marca Hanna Instruments, modelo pH 300, em que os resultados foram expressos em unidades de pH, com base no método da IAL (2008);
- Pungência (μmol de ácido pirúvico g^{-1}): determinada através da quantificação de ácido pirúvico, que foi estimada usando o reagente 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNPH), conforme método descrito por Schwimmer e Weston (1961). A classificação da pungência determinada de acordo com o indicado pelo “VLI Sweet Index” (VIDALIALABS, 2004), em função da atividade da alinase, a qual é expressa em $\mu\text{moles.g}^{-1}$ em “muito suave” (0-2,9 $\mu\text{moles.g}^{-1}$), “suave” (3,0-4,2 $\mu\text{moles.g}^{-1}$), “levemente pungente” (4,3-5,5 $\mu\text{moles.g}^{-1}$), “pungente” (5,6-6,3 $\mu\text{moles.g}^{-1}$), “pungência forte” (6,4-6,9 $\mu\text{moles.g}^{-1}$), “pungência muito forte” (7,0-7,9 $\mu\text{moles.g}^{-1}$) e “picante” (8,0-10,0 $\mu\text{moles.g}^{-1}$);
- Diâmetro transversal de bulbo (DTB): foram amostrados 10 bulbos e mensurados, por meio de um paquímetro digital (Figura 3);
- Diâmetro longitudinal de bulbo: foram amostrados 10 bulbos e mensurados, por meio de um paquímetro digital;
- Índice de formato de bulbo (DLB/DTB): dividiu-se diâmetro longitudinal de bulbo pelo diâmetro transversal de bulbo, para encontrar a relação de formato do bulbo;
- Teores de N P e K na folha diagnose (g kg^{-1}): Para a determinação do teor de N P e K foliar, foi coletada a folha mais alta de 15 plantas, da área útil da parcela, aos 45 dias após o transplântio. As amostras foram lavadas em água destilada e, posteriormente, secas em estufa com ventilação forçada, a 65°C , até atingir massa constante. Após a secagem, as amostras foram moídas e realizada uma digestão sulfúrica, sendo o teor de K quantificado pelo método de fotometria de chama, o P por colorimétrica e o N pelo método de Kjeldahl (SILVA et al., 2009);
- Massa média de bulbo (g planta^{-1}): Obtida após o diâmetro dos bulbos, dividiu-se a massa média dos bulbos comerciais pelo número de bulbos comerciais;

- Classificação da porcentagem de bulbos, segundo as normas do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 1995) (Figura 4):

Classe 1: Bulbos com diâmetro < 35 mm;

Classe 2: Bulbos com diâmetro 35 – 50 mm;

Classe 3: Bulbos com diâmetro 50 – 75 mm;

Classe 4: Bulbos com diâmetro 75 – 90 mm;



Figura 4. Classificação de bulbos. Mossoró-RN, UFERSA, 2015

- Produtividade de bulbos comerciais ($t\ ha^{-1}$): Obtida pela massa total de bulbos com diâmetro > 35 mm;

- Produtividade total de bulbos ($t\ ha^{-1}$): Obtida por meio da massa total de bulbos colhidos na área útil da parcela e expressa em tonelada por hectare;

- Produtividade de bulbos não comerciais ($t\ ha^{-1}$): obtida pela massa total de bulbos com diâmetro < 35 mm (classe 1);

- Indicadores econômicos: Determinou-se a análise econômica por meio de custo, receita e produção comercial. A renda bruta (RB) foi calculada considerando a produção comercial estimada (PC) e o preço do quilo da cebola pago na região. Na propriedade rural, o valor pago por 1 kg de cebola da classe 3 foi de R\$ 0,85

(janeiro/2013) e R\$ 1,00 (Julho/ 2013). 1 kg de cebola classe 2 e 4 foi a metade do preço pago pelo 1 kg de cebola da classe 3, em ambas as épocas de plantio. A receita líquida (RL) foi encontrada pela diferença entre a RB e os custos de produção (CP) com insumos (sementes, adubos, defensivos e embalagens), mão-de-obra, mecanização e energia elétrica, com base em informações obtidas junto aos produtores de cebola dos municípios de Mossoró-RN e Baraúna-RN e do experimento na época de cultivo em cada tratamento. Apenas o cloreto de potássio, cotado na época de R\$ 1,68 o quilo, sofreu alteração nas aplicações de acordo com as doses estudadas, determinando, assim, as diferenças de valores para cada tratamento. A taxa de retorno (TR) foi obtida através da relação entre RB e o CP, indicando quantos reais são obtidos para cada real aplicado nos custos de produção do tratamento a ser avaliado. O Índice de lucratividade (IL) foi calculado através da relação entre renda líquida (RL) e a renda bruta (RB), expresso em porcentagem (PEREIRA et al., 1985).

3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para as análises estatísticas, procedeu-se a análise conjunta dos experimentos com o auxílio do software SISVAR, e quando houve efeito significativo das doses de potássio, foi realizada a análise de regressão, exceto para os indicadores econômicos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 QUALIDADE DOS BULBOS DE CEBOLA

Com exceção do teor de sólidos solúveis, que não sofreu influência significativa dos fatores estudados, para as demais características houve efeito significativo apenas da época de plantio (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância utilizando o QM para o sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, pH, pungência (PG - $\mu\text{mol ácido pirúvico.g}^{-1}$), diâmetro longitudinal (DLB) e transversal do bulbo (DTB), relação DTB/DLB de bulbos de cebola cv. IPA 11, em função da época de plantio. Mossoró-RN. UFERSA, 2015.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SS	AT	SS/AT	PH
ÉPOCA (E)	1	0,213 ^{ns}	3,915 ^{**}	1,244 [*]	0,100 ^{**}
DOSES DE K (D)	5	0,347 ^{ns}	0,179 ^{ns}	0,098 ^{ns}	0,001 ^{ns}
BLOCO	3	0,028 ^{ns}	0,311 ^{ns}	0,580 ^{ns}	0,001 ^{ns}
D X E	5	0,266 ^{ns}	0,072 ^{ns}	0,042 ^{ns}	0,005 ^{ns}
CV (%)		7,34	18,27	15,51	0,90
ÉPOCA (E)	1	16,602 ^{**}	541,216 ^{**}	43,830 ^{**}	0,0603 ^{**}
DOSES DE K (D)	5	0,526 ^{ns}	23,090 ^{ns}	7,727 ^{ns}	0,002 ^{ns}
BLOCO	3	0,986 ^{ns}	3,279 ^{ns}	7,834 ^{ns}	0,003 ^{ns}
D X E	5	0,336 ^{ns}	10,366 ^{ns}	3,304 ^{ns}	0,001 ^{ns}
CV (%)		13,91	5,70	4,47	6,5

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$) pelo teste Tukey.

^{*} significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$) pelo teste Tukey.

^{ns} não significativo.

Os teores médios de sólidos solúveis (SS) foram de 10,68 e 10,55 °Brix, respectivamente para as épocas de plantio 1 (EP1) e 2 (EP2) (Tabela 4). Esses valores encontram-se dentro da faixa, verificados em bulbos de cebola (5 a 20 °Brix), segundo

Carvalho (1980), e próximos (10,61 °Brix) ao encontrado por Grangeiro et al.(2008) em trabalho realizado em Mossoró-RN, com a mesma cultivar.

Tabela 4. Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, pH, pungência (PG - μmol ácido pirúvico g^{-1}), diâmetro longitudinal (DLB) e transversal do bulbo (DTB), relação DTB/DLB de bulbos de cebola cv. IPA 11, em função da época de plantio. Mossoró-RN. UFERSA, 2015.

Época*	SS (°Brix)	AT (%)	SS/AT	pH
1	10,68 a ¹	0,35 b	30,10 a	5,54 a
2	10,55 a	0,41 a	26,90 b	5,45 b
CV%	7,49	18,38	15,84	0,92
Época*	PG (μmol ác. pir. g^{-1})	DTB (mm)	DLB (mm)	DTB/DLB
1	6,59 a	62,37 a	68,63 a	1,10 b
2	5,41 b	55,65 b	66,63 b	1,20 a
CV%	13,90	5,70	4,75	6,06

¹Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

*Época 1: experimento conduzido de setembro a dezembro /2012.

Época 2: experimento conduzido de abril a agosto/2013

Na literatura tem sido reportado que a adubação potássica propicia aumento no teor de sólidos solúveis totais, pelo papel importante que esse nutriente desempenha na translocação de fotossintatos e na ativação de diversas enzimas. Nabi et al. (2010), verificando o efeito significativo de fontes e doses de potássio no teor de SS de bulbos de cebola, obtendo-se valor máximo (11,45 °Brix) com a aplicação de 100 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de sulfato de potássio, enquanto a testemunha apresentou o teor de 7,3 °Brix. Por outro lado, Amariz et al. (2009) observaram ausência de efeito do potássio nos teores de SS, nos bulbos de cebola cultivada no Vale do São Francisco, onde a adição de potássio até a dose 180 kg ha⁻¹ de K₂O. A falta de resposta, observada por Amariz et al. (2009), a aplicação de doses de potássio deveu-se provavelmente ao teor de potássio já presente no solo do experimento e ao potássio na água de irrigação.

A acidez titulável mais elevada foi verificada na época de plantio 2 (0,41%), com resultado superior em 17% ao da época 1 (Tabela 4). Esses valores classificam a cebola IPA 11 como sendo de “acidez elevada” (>0,30 % de ácido pirúvico), segundo

Miguel et al. (2004). Grangeiro et al. (2008) e Rodrigues (2014), em cebola IPA11, encontraram valores de acidez próximos ao observado nesse trabalho (0,35 %). O alto nível de acidez em bulbos é uma característica desejável para a industrialização, uma vez que expressa a porcentagem de ácido pirúvico (CHAGAS et al., 2004).

O maior valor de acidez obtido na época 2, provavelmente ocorreu devido às temperaturas mais amenas, observadas nos meses de condução do experimento. Em temperaturas mais amenas, há uma redução na taxa respiratória dos órgãos de reserva, o que irá ocasionar menor degradação dos ácidos orgânicos, refletindo na elevação da acidez. Choairy et al. (1994) e Caputo (2012) relataram que, em temperaturas mais baixas, há um aumento no teor da acidez.

A relação SS/AT foi superior na época de plantio 1 (30,10) (Tabela 4), que se deveu ao menor índice de acidez observado nos bulbos. Guimarães (2008), trabalhando com cebola, observou resultado maior (73,14) ao verificado nesse trabalho, o que se deveu ao baixo teor da encontrado nos bulbos de cebola. No entanto, deve-se ter cuidado ao se estabelecer essa relação pelo fato de que alguns bulbos apresentam baixos teores de ácidos e sólidos solúveis, exibindo assim elevadas relações SS/AT, o que pode conduzir a interpretações erradas a respeito da qualidade do produto (KLUGE, 2002).

A relação SS/AT, segundo Chitarra e Chitarra (2005), é uma das melhores formas de avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez, pois reflete o balanço entre açúcares e ácidos. Valores elevados da relação SS/AT podem demonstrar que bulbos são mais doces, sendo assim, essa característica é importante para determinação da qualidade dos mesmos.

O pH da época 1 foi significativamente superior ao da época 2, com valores médios de 5,54 e 5,45, respectivamente (Tabela 4). Os valores encontrados nesse trabalho são semelhantes ao observado por Schünemann et al. (2006) em diferentes genótipos de cebola, com valores variando de 5,44 a 5,61. Chagas et al. (2004)

também encontraram resultados similares em seus estudos com pH variando de 5,05 a 5,23.

Da mesma forma que a acidez, o pH está vinculado com o nível de ácidos orgânicos. Devido à acidez desses compostos, quanto maior seu conteúdo, mais ácido fica o meio e menor o pH (BERNO, 2012), estando o pH diretamente relacionado com o decréscimo da acidez ocorrida com o avanço da maturação dos bulbos, sendo, dessa forma, um indicativo de sabor de uma hortaliça, tendo relação inversa à acidez. (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A pungência dos bulbos de cebola produzidos na época 1 foi em média 22% ($6,59\mu\text{moles de ácido pirúvico g}^{-1}$) superior ao da época 2 ($5,41\mu\text{moles de ácido pirúvico g}^{-1}$) (Tabela 4). Esse maior valor, observado na época 1, deve-se provavelmente às maiores temperaturas constatadas no período de condução do experimento em relação à época 2 (Tabela 1), uma vez que a EP1 foi realizada nos períodos considerados mais quentes do ano, no município de Mossoró (outubro, novembro e dezembro). Este aumento na temperatura observado na EP1, provavelmente, promoveu um aumento nas reações enzimáticas no interior das células dos bulbos que ocasionou aumento na produção de ácido pirúvico.

Grangeiro et al. (2008), avaliando genótipos de cebola no município de Mossoró-RN, observaram um elevado teor de pungência, ressaltando também que as temperaturas mais elevadas verificadas na área experimental, provavelmente, foram o fator principal que influenciou para maior pungência em relação às demais regiões, apresentando pungência para o genótipo IPA 11 de $7,60\mu\text{moles de ácido pirúvico g}^{-1}$. Segundo Randle et al. (1998), as condições de umidade e temperaturas podem influenciar na pungência do bulbo de cebola. Quartiero (2012) relata que o mecanismo da produção de pungência envolve a absorção do enxofre e é regulado pelo potencial genético da cultivar, não sendo observada influência do potássio na pungência.

De acordo com a classificação de Vidalialabs (2004), as cebolas produzidas na época 1 foram classificadas como bulbos de “pungência forte” ($6,4\text{-}6,9\mu\text{moles g}^{-1}$) e a

da época 2 como “levemente pungente” (4,3-5,5 $\mu\text{moles g}^{-1}$) (Tabela 4). Segundo o autor, os bulbos levemente pungentes são classificados também como bulbos doces. Souza et al. (2008) relatam uma existência no mercado para uma preferência no consumo de cebola com pungência de moderada a forte, sendo ainda limitado para as cebolas de sabor suave e doce, preferidas para saladas (OLIVEIRA et al., 2004). Randle (1992) afirma que quanto mais pungente, mais sabor e aroma terá o produto acabado, que é o desejado.

As médias do DLB se ajustaram ao modelo de regressão linear, com valor máximo estimado de 61mm na dose 180kg ha^{-1} de K_2O (Figura 5). Os diâmetros longitudinal (DLB) e transversal de bulbos (DTB) foram maiores na época 1, com valores médios de 63,37 e 68,63mm, respectivamente (Tabela 4). As condições climáticas e fitossanitárias mais adequadas, no experimento conduzido de setembro a dezembro de 2013, favoreceram a produção de bulbos com maiores diâmetros.

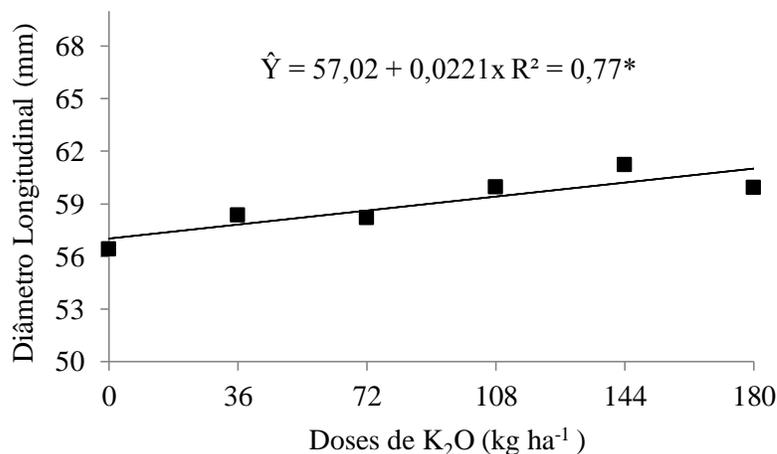


Figura 5. Diâmetro longitudinal dos bulbos de cebola em função das doses de K_2O . Mossoró/RN, UFERSA, 2015.

Rodrigues (2014) observou uma diminuição no tamanho do bulbo de cebola IPA 11, quando o cultivo foi implantado no mês de agosto, devendo-se essa

diminuição a precipitação de 178,7mm, ocorrida no período da condução de experimento, fato que ocasionou perda de nutrientes por lixiviação. Papadoupolos (1999) relata que os nutrientes aplicados via fertirrigação podem ser lixiviados se houver precipitação pluviométrica, ocasionando diminuição nos nutrientes disponíveis às plantas.

No índice de formato do bulbo, observou-se que, para ambas as épocas de plantio, os bulbos mantiveram o formato levemente alongado (relação de formato de bulbos maior que 1,00), com valores médios de 1,10 e 1,21 para época 1 e 2 respectivamente, sendo que o EP2 foi significativamente superior ao EP1. O maior índice observado no EP2 se deve ao menor valor do DTB, verificado nessa época de plantio (Tabela 4).

A relação no formato do bulbo maior que 1,00 mostra a predominância no crescimento longitudinal em relação ao transversal, apresentando valores longitudinais, em média, de 9% (EP1) e 20% (EP2) maiores que o transversal (Tabela 4). Henriques et al. (2014), em cebola IPA11, também apresentaram índice de formato de bulbo maior que 1.

O índice de formato do bulbo é um dos parâmetros utilizados para avaliar divergências genéticas entre as populações de cebola (VALENCIO et al., 2004; BARBIERI et al., 2005; BUZAR, et al., 2007), tendo o mercado consumidor uma preferência por bulbos arredondados (relação formato de bulbos igual a 1,00). Já os bulbos muito alongados ou bicudos têm menor valor comercial.

Nesse contexto, é conhecida a importância que o potássio exerce no desenvolvimento das funções vitais da planta, estando ele estreitamente relacionado à qualidade dos bulbos. A falta de efeito significativo na adição das doses de K_2O , observado nesse trabalho, nas características avaliadas, deveu-se provavelmente à presença de potássio no solo e na água de irrigação. Segundo a análise de solo (Tabela 2), a área experimental apresentou teor bom de potássio (71 a 120 $mg\ dm^{-3}$), o que

provavelmente mascarou a possível influência que o K teria na qualidade de bulbos de cebola (ALVAREZ et al., 1999).

4.2 PRODUÇÃO DOS BULBOS DE CEBOLA

Houve interação significativa entre as doses de potássio (K_2O) e as épocas de plantio (EP) para o teor de potássio na folha diagnose, enquanto que, a massa média dos bulbos, a produtividade comercial e a produtividade total dos bulbos foram significativas para os fatores isolados (doses de K_2O e épocas de plantio). A porcentagem de bulbo das classes 2 e 3 foi significativa apenas para o fator épocas de plantio (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância utilizando o QM para o teor de nitrogênio na folha diagnose (N), teor de fósforo na folha diagnose (P), teor de potássio na folha diagnose, massa média de bulbo (MMB), porcentagem de bulbo Classe 1 (C1), porcentagem de bulbo Classe 2 (C2), porcentagem de bulbo Classe 3 (C3), porcentagem de bulbo Classe 4 (C4), produtividade comercial (PDC), produtividade não comercial (PNC), produtividade total (PT) em cebola IPA 11. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

FONTE DE VARIÇÃO	GL	N	P	K	MMB
ÉPOCA (E)	1	0,859 ^{ns}	0,287 ^{ns}	653,603 ^{**}	387,773 ^{**}
DOSES DE K (D)	5	4,493 ^{ns}	0,529 ^{ns}	173,270 ^{**}	511,642 ^{**}
BLOCO	3	8,555 ^{ns}	0,539 ^{ns}	16,519 ^{ns}	14,273 ^{ns}
D X E	5	7,073 ^{ns}	0,203 ^{ns}	89,169 ^{**}	18,467 ^{ns}
CV (%)		11,93	9,74	10,39	6,51
FONTE DE VARIÇÃO	GL	C1	C2	C3	C4
ÉPOCA (E)	1	0,219 ^{ns}	1676,430 ^{**}	1800,505 ^{**}	1,053 ^{ns}
DOSES DE K (D)	5	1,232 ^{ns}	115,408 ^{ns}	102,626 ^{ns}	7,468 ^{ns}
BLOCO	3	1,774 ^{ns}	12,755 ^{ns}	10,296 ^{ns}	6,358 ^{ns}
D X E	5	0,327 ^{ns}	117,602 ^{ns}	107,026 ^{ns}	5,025 ^{ns}
CV (%)		93,60	33,19	9,71	87,66
FONTE DE VARIÇÃO	GL	PDC	PNC	PT	
ÉPOCA (E)	1	140,836 ^{**}	0,006 ^{ns}	198,697 ^{**}	
DOSES DE K (D)	5	67,425 ^{**}	0,061 ^{ns}	44,838 ^{**}	
BLOCO	3	5,711 ^{ns}	0,378 ^{ns}	4,710 ^{ns}	
D X E	5	6,964 ^{ns}	0,050 ^{ns}	7,048 ^{ns}	
CV (%)		8,51	88,61	8,41	

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$) pelo teste Tukey.

^{ns} não significativo.

Os teores foliares médios de N e P, observados nas duas épocas de cultivo, foram 28,3 e 7,7 g kg⁻¹, respectivamente. O teor de N está dentro da faixa considerada como adequada (25 – 40g kg⁻¹) por Trani e Raij (1997), entretanto o de P ficou acima (2 – 5 g kg⁻¹) do estabelecido pelos referidos autores (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios dos teores de NPK da folha diagnose, massa média de bulbo (MMB), porcentagem de bulbos classe 1 (C1), porcentagem de bulbos classe 2 (C2), porcentagem de bulbos classe 3 (C3), porcentagem de bulbos classe 4 (C4) produtividade comercial (PDC), produtividade total (PDT) e produtividade não comercial (PNC) de cebola, cv. IPA 11 em função da época de plantio. Mossoró-RN. 2015.

Época	N (g kg ⁻¹)	P (g kg ⁻¹)	K (g kg ⁻¹)	MMB (g)	C1 (%)	C2 (%)
1	28,38 a	7,79 a	51,22 a	99,09 a	1,28	15,20 b
2	28,15 a	7,63 a	43,84 b	93,41 b	1,42	27,02 a
Época	C3 (%)	C4 (%)	PDC (t ha ⁻¹)	PDT (t ha ⁻¹)	PNC(t ha ⁻¹)	
1	80,57 a	2,94 a	50,05 a	50,70 a	0,64 a	
2	68,32 b	3,24 a	46,01 b	46,70 b	0,62 a	

Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5%.

*Época 1: experimento conduzido de setembro a dezembro /2012.

Época 2: experimento conduzido de abril a agosto/2013.

Em outras hortaliças como a alface e abóbora, também não foram encontrados efeitos nos teores de N e P na adição de potássio no solo (KANO et al., 2012; ARAÚJO, et al., 2012). Os fatores que mais afetam a concentração de nitrogênio nas plantas é a insuficiência de fertilizante nitrogenado, baixo nível de matéria orgânica no solo, deficiência de molibdênio, compactação do solo e intensa lixiviação. E no fósforo, a acidez ou a alcalinidade do solo, o tipo e a quantidade de argila predominante, o teor de umidade, o modo de aplicação dos fertilizantes (EMBRAPA, 2008), mostrando, dessa forma, pouco efeito do K na absorção do N e P pela planta. No entanto, a influência do aumento do potássio no solo, na absorção de outros nutrientes pela planta, foi citado por Pozza et al. (2001), quando os autores relataram a existência de uma relação entre o aumento das doses de K₂O e a deficiência de cálcio e magnésio. Segundo os autores, o aumento do fornecimento de K no solo ocasiona reduções nos níveis Ca e Mg, em decorrência da competição nos sítios de absorção pelas raízes.

Em relação ao teor de potássio na folha diagnose, apenas a EP1 se ajustou ao modelo de regressão linear em função das doses de K₂O aplicadas, tendo seu teor

crescente com a adição de K_2O , com teor máximo estimado, na dose 180 kg ha^{-1} , $61,23 \text{ g kg}^{-1}$ (Figura 6).

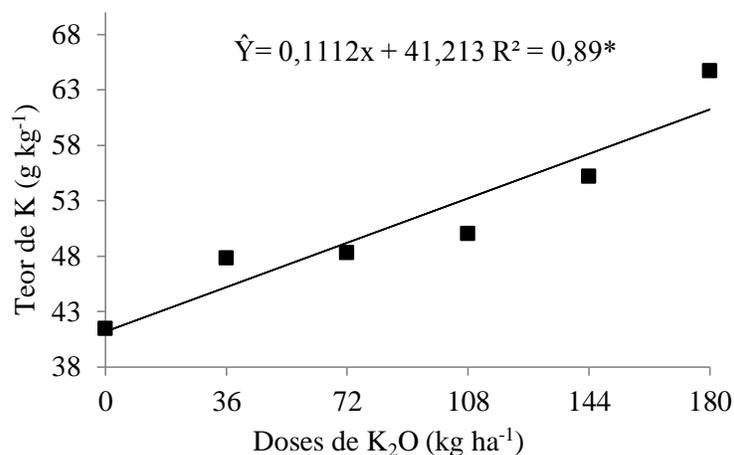


Figura 6. Teor de potássio em função das doses de K_2O na EP1. Mossoró/RN, UFERSA, 2015.

O teor de potássio na folha diagnose foi significativamente superior na Época 1 nas doses 144 e 180 kg ha^{-1} . Nas demais doses, não houve efeito significativo entre as épocas de plantio (Tabela 7), sendo o teor de K acima do mínimo requerido ($> 40 \text{ g kg}^{-1}$) para um crescimento normal da planta (MENDES et al., 2008).

Tabela 7. Efeito das doses de potássio e das épocas de plantio nos teores de K, na folha diagnose de cebola, cv. IPA 11. Mossoró-RN. 2015.

Dose de K_2O (kg ha ⁻¹)	EP1 (g ha ⁻¹)	EP2 (g ha ⁻¹)
0	41,42 a	43,05 a
36	47,81 a	44,07 a
72	48,26 a	41,83 a
108	50,00 a	43,05 a
144	54,15 a	44,49 b
180	64,70 a	46,53 b

*Médias seguidas de mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A massa média dos bulbos, em função das doses de potássio, ajustou-se ao modelo de regressão linear, com mínimo estimado (85,81g) reportado na ausência da adubação potássica e máximo estimado (106,69 g) obtido com a dose de 180 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 7). Em relação à época de plantio, o EP1 apresentou bulbos, em média 6% maior (99,09 g) que à EP2 (93,41 g) (Tabela 6). O menor índice pluviométrico observado na EP1 (Tabela 1) possivelmente ocasionou aumento na concentração de potássio no solo, e uma maior absorção pela planta (Figura 5).

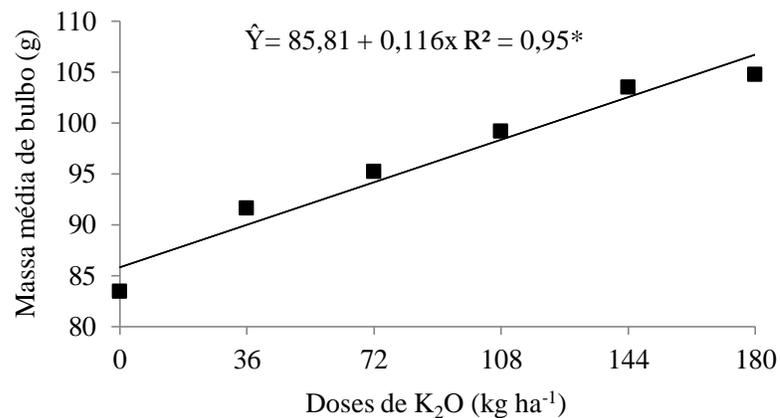


Figura 7. Massa média dos bulbos de cebola em função das doses de K₂O. Mossoró/RN, UFERSA, 2015.

O aumento na massa média dos bulbos, provocado pela aplicação de doses de potássio, também foi observado por Cecílio filho et al. (2010), quando a aplicação de K proporcionou maior massa média de bulbo em relação às plantas não fertilizadas com esse nutriente. Segundo Montoya et al. (2012), esse fato deveu-se à nutrição da cebola, em que plantas bem supridas de potássio têm sua concentração elevada nos tecidos e, conseqüentemente, redução do potencial hídrico, o que leva a um maior acúmulo de água nos tecidos, aumentando a massa média dos órgãos drenos, como o bulbo.

Nesse sentido, a adição de potássio provavelmente aumentou a translocação dos fotoassimilados para o bulbo, ocasionando aumento de massa média com a adição de K_2O , o que também foi observado em outras hortaliças como melancia (OLIVEIRA, 2011) e melão (SILVA et al., 2014), nas quais o aumento das doses de potássio no solo ocasionou o maior massa média dos frutos.

Os bulbos da classe 2 e 3 se ajustaram ao modelo de regressão linear (Figura 8). A porcentagem de bulbo da classe 2 foi reduzida com aumento das doses de K_2O , sendo que na dose de 180 kg ha^{-1} , a porcentagem estimada foi de 16,6%. Em relação ao tratamento sem aplicação de potássio, essa redução foi de 35,1%. Os bulbos da classe 3 apresentaram comportamento oposto ao observado na classe 2; houve aumento dos bulbos com o acréscimo das doses de K_2O , apresentando porcentagem máximo estimado de 78,6% com a aplicação de 180 kg ha^{-1} . Em relação à época de plantio na classe 2, a EP2 foi significativamente superior (27,01%) à EP1 (15,19%). Na classe 3, a EP1 apresentou valores médios superiores (80,57%) à EP2 (68,32%).

A diminuição dos bulbos da classe 2 e o aumento da classe 3 é uma característica desejável na produção de cebola, uma vez que o mercado consumidor da região tem preferência por bulbos com diâmetros de 50 a 75 mm. Mandira e Khan (2003) relatam que o potássio é um dos elementos que contribuem para melhoria da produtividade da cultura, sobretudo na produção de bulbos de maior tamanho. Resende et al. (2009) registraram incrementos nas percentagens de bulbos da classe 3, com o aumento das doses de nitrogênio e potássio. No entanto, os autores ressaltam que, apesar de as doses de potássio serem significativas, estas apresentaram baixas contribuições no crescimento desse percentual. Em contrapartida, May et al. (2007) observaram resultados diferentes ao encontrado nesse trabalho, com aumento na porcentagem dos bulbos classe 2, a partir da adição da adubação potássica. No entanto, os autores ressaltam que o potássio pouco influenciou na expressão dessa característica, uma vez que, para incrementar o percentual dessa classe, foram

necessárias aplicações de altas doses de K_2O , para uma determinada dose de nitrogênio.

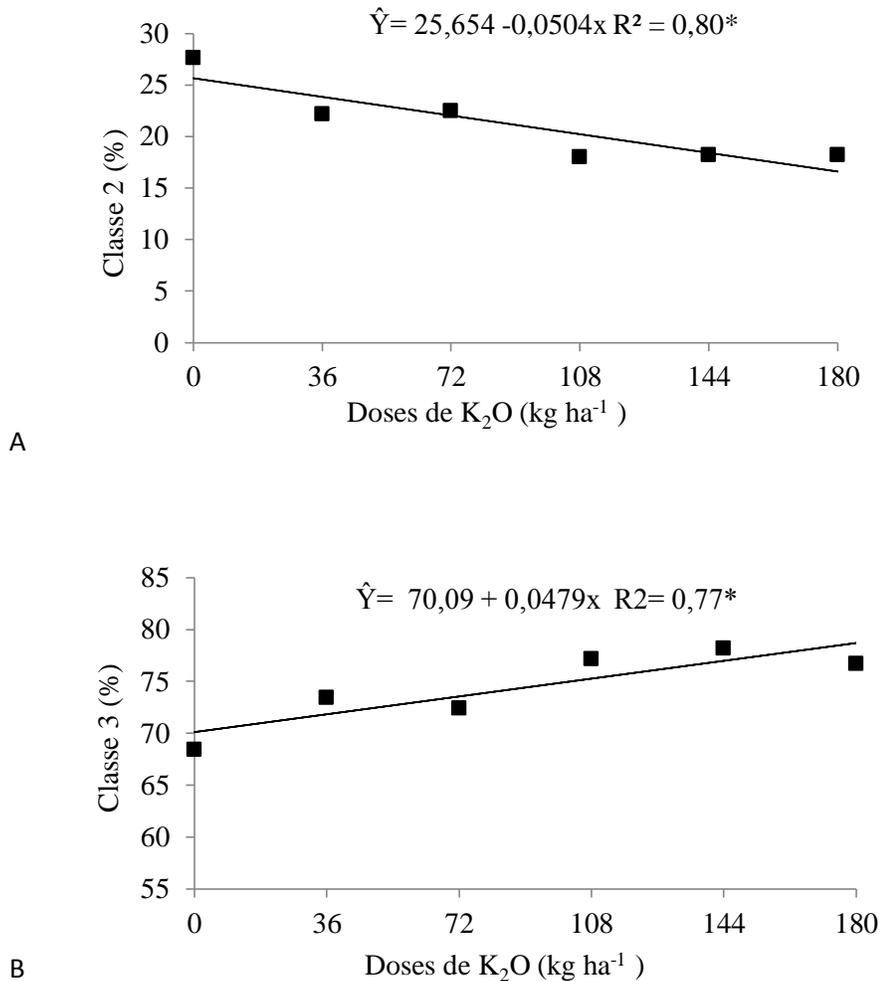


Figura 8. Percentual dos bulbos classe 2 (Figura A) e classe 3 (Figura B), em função das doses de K_2O . Mossoró/RN, UFERSA, 2015.

A diferença entre as porcentagens de bulbos das classes 2 e 3, nas épocas de plantio, deveu-se, provavelmente, ao maior índice pluviométrico observado nos meses de abril, maio, junho e julho; o que ocasionou maior lixiviação dos nutrientes na EP2 e

uma maior produção de bulbos menores. Além disso, as chuvas também ocasionaram a incidência da doença mancha-púrpura (*Alternaria porri*). A ação dessa doença, provavelmente, contribuiu para uma menor porcentagem de bulbos da classe 3, observado na EP2 em relação à EP1.

A classe 4 não apresentou efeito significativo das doses de K₂O e das épocas de plantio com valores médios para a EP1 e EP2 de 2,94% e 3,24%, respectivamente (Tabela 6).

As médias da produtividade comercial (PDC) e total (PDT) ajustaram-se, significativamente, ao modelo de regressão linear e foram maximizadas com a maior dose de K₂O (Figura 9). As produtividades estimadas para PDC, sem aplicação de K e com a maior dose utilizada, foram de 44,76 e 51,30 t ha⁻¹, respectivamente, verificando-se aumento de 14,6%. Enquanto que, a PDT o incremento foi de 13,8%, passando de 45,51 t ha⁻¹ sem aplicação de K para 51,81 t ha⁻¹ com 180 kg ha⁻¹ de K₂O.

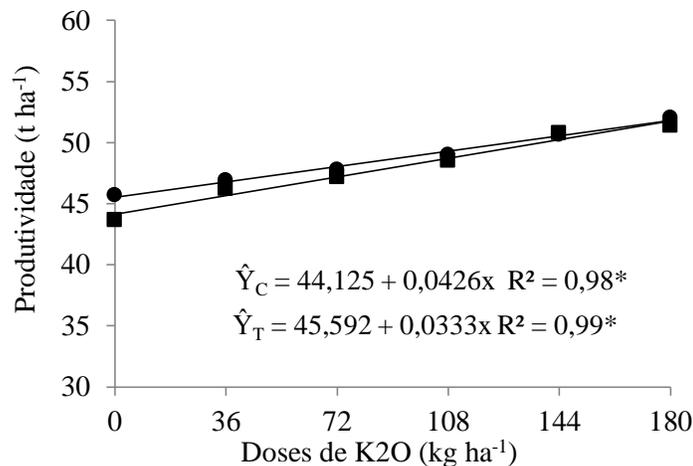


Figura 9. Produtividade comercial e total dos bulbos de cebola em função das doses de K₂O. Mossoró/RN, UFERSA, 2015.

No experimento conduzido de setembro a dezembro de 2012 (EP1), as produtividades comercial e total foram superiores ao experimento de abril a

agosto/2013 (EP2) (Tabela 6). Os melhores resultados obtidos na EP1 podem ser explicados, provavelmente, pela maior concentração dos nutrientes na zona radicular devido a menor perda por lixiviação. O maior índice pluviométrico observado na EP2, ocasionou maior perda de nutrientes por lixiviação e, conseqüentemente, menor massa média dos bulbos, o que foi refletido na produtividade dos bulbos.

Rodrigues (2013), em cebola IPA11, no município de Mossoró/RN, observou que o plantio nos meses de agosto a dezembro apresentou produtividade maior que o encontrado nos meses de janeiro a agosto. Segundo a autora, o índice pluviométrico de 178,7 mm, observado no período de condução do experimento, pode ter ocasionado essa diferença entre as épocas de plantio. No entanto, Resende e Costa (2008) ao avaliar o efeito de épocas de plantio e doses de nitrogênio e potássio sobre a produtividade e armazenamento de cebola, observaram que o plantio de março apresentou maior produtividade comercial, quando comparado ao de agosto. Fato esse justificado pelas temperaturas mais elevadas que se verificaram a partir de agosto naquela região, o que, provavelmente, favoreceu a formação de bulbos de menor tamanho e reduziu a produtividade.

O incremento das produtividades observadas como a adição de potássio ao solo deveu-se ao aumento no teor desse nutriente na planta (Tabela 1). O acréscimo de K_2O , provavelmente, ocasionou o aumento da produção de fotoassimilados pela planta e seu armazenando nos órgãos de reserva que acarretou maior produção de bulbo. Silveira e Malavolta (2000) relatam que o suprimento inadequado de K irá acarretar a abertura irregular dos estômatos, prejudicando a assimilação de CO_2 e, possivelmente, uma diminuição da produção de fotoassimilados pela planta.

Observou-se também que a dose mínima apresentou produção estimada de $44,11 t ha^{-1}$; valor este superior à média de produção na Região Nordeste ($22,4 t ha^{-1}$) e à média do Estado do Rio Grande do Norte, $39,9 t ha^{-1}$ (PAM, 2011). Essa produção elevada deveu-se, provavelmente, ao teor de potássio encontrado na água e no solo, os quais foram suficientes para suprir a necessidade mínima da cultura (Tabela 2).

Segundo a análise de solo, o experimento foi instalado em solo com teor alto de potássio (71 a 120 mg dm⁻³) (ALVAREZ et al., 1999). Assim, é possível que o teor de potássio do solo e da água tenham sido os principais responsáveis por uma menor resposta das doses de K₂O na produtividade. No entanto, não foi verificada presença de toxidez nas plantas de cebola que receberam as maiores doses de K, fato esse justificado pela textura arenosa do solo.

May et al. (2007), avaliando o efeito da adubação nitrogenada e potássica em cultivares de cebola, observaram que os tratamentos sem aplicação de potássio apresentaram produtividades máximas de 68,4 t ha⁻¹ e 71 t ha⁻¹ nas cultivares Optima e Superex, respectivamente. Segundo os autores, o potássio pouco influenciou no incremento da produção de bulbos e o teor encontrado no solo supriu a cultura. Machado (2000) também observou, em alho, que o K₂O existente no solo foi suficiente para suprir a necessidade da cultura, apresentando a adubação potássica pouco efeito em comparação à nitrogenada e fosfatada.

Na literatura, diversos trabalhos com hortaliças vêm evidenciando que o efeito da adubação potássica na produtividade depende da cultura e teor desse nutriente no solo. Em abóbora, doses de potássio em cobertura (0 a 400 kg de K₂O ha⁻¹) não proporcionaram ganhos em produtividade, mesmo com baixo teor de K no solo (Araújo et al., 2012). A falta de efeito da adubação potássica também foi observada por Magro (2012), em beterraba, não sendo necessária adubação com potássio em cobertura. Segundo o autor o teor de K presente no solo foi suficiente para suprir a necessidade da cultura. No entanto, Zanfirov et al. (2012), em cenoura, verificaram que o aumento de doses de potássio em cobertura ocasionou acréscimo da produtividade de raízes e que na maior dose de potássio, obteve-se a menor produtividade, mostrando que a adubação em excesso, além de ser desperdício de recursos, pode prejudicar a produção.

A diminuição da diferença entre o PDT e PDC, com o aumento das doses de K₂O (Figura 9), indica a influência que o potássio tem na qualidade dos bulbos

reduzindo, dessa forma, a quantidade de refugos. Ghaffoor et al. (2003) constataram menores produtividades de refugos com o aumento da adubação com NPK.

A produtividade dos bulbos não comercial não apresentou efeito significativo para análise conjunta e nem para os fatores isolados (época e doses), com valor médio observado para o EP1 de 0,64 t ha⁻¹ e 0,62 t ha⁻¹ para o EP2, representando 1,28% e 1,42% do número de bulbos, respectivamente (Tabela 6).

Resende et al. (2010), analisando a interação K e N, observaram efeito do potássio na produção não comercial de bulbos, com uma redução linear da produtividade não comercial de bulbos com a adição das doses de K e N. Corroborando com estes resultados, May et al. (2007) observaram reduções na quantidade de refugos com aplicação de N (115 kg ha⁻¹) e K (150 kg ha⁻¹ de K₂O). Segundo os autores, essa diminuição se deve ao fato de que a interação desses nutrientes ocasiona crescimento dos bulbos, o que diminui o número de bulbos considerados refugos.

De acordo com análise econômica (Tabela 8), os resultados da renda líquida mostram que a produção de cebola é um comércio lucrativo e que sua produção, mesmo na ausência de adubos potássicos, trouxe um lucro ao produtor de 16.177,15 e 17.810,33 R\$ ha⁻¹, para EP1 e EP2, respectivamente. Dessa forma, a renda líquida foi crescente com o aumento das doses de K₂O, apresentando um crescimento de 49,8% (EP1) e 26,3% (EP2) com a dose 144 e 180 kg ha⁻¹ de K₂O para Época 1 e 2, respectivamente..

Assim como a RL, a TR e IL também foram crescentes com a adição das doses de potássio, apresentando valor máximo de 2,29 e 56,26% na EP1 e 2,20 e 54,59% na EP2, respectivamente, com a dose 180 kg ha⁻¹ de K₂O. O custo de produção variou em função das doses de potássio, com valor mínimo de 18.215,44 R\$ na dose 0 kg ha⁻¹. No entanto, a diferença entre o custo de produção nas doses mínima e máxima foi de apenas de 2,7%, que pode ser justificado pelo preço pago no adubo KCl (1,68 R\$ kg⁻¹) (Tabela 8)

O aumento crescente nos índices da análise econômica, com a adição das doses de K_2O , ocorreu devido ao acréscimo da produtividade comercial e maior porcentagens de bulbos da classe 3, ocorrida com incremento de potássio ao solo. Em relação à época de plantio, os maiores valores observado na EP1, a partir da dose 108 kg ha^{-1} de K_2O , deveu-se a menor porcentagens de bulbos observada na classe 2, ocasionando uma aumento na RL, TR e IL.

Tabela 8. Indicadores econômicos: produtividade comercial media observada (PC), renda bruta (RB), custo de produção (CP), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) de cebola em função da adubação potássica e épocas de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Dose Kg ha^{-1} de K_2O	PC t ha^{-1}	RB	CP	RL	TR	IL
		R\$ ha^{-1}				(%)
Setembro/2012 (EP1)						
0	46,46	34392,59	18215,44	16177,15	1,89	47,04
36	47,53	35431,69	18316,24	17115,45	1,93	48,31
72	48,26	36255,84	18417,04	17838,80	1,97	49,20
108	50,34	40288,95	18517,84	21771,11	2,18	54,04
144	53,61	42854,08	18618,64	24235,44	2,30	56,55
180	54,12	42799,59	18719,44	24080,15	2,29	56,26
Abril/2013 (EP2)						
0	43,14	36025,77	18215,44	17810,33	1,98	49,44
36	44,92	38922,43	18316,24	20606,19	2,13	52,94
72	46,09	39233,16	18417,04	20816,12	2,13	53,06
108	46,72	39207,55	18517,84	20689,71	2,12	52,77
144	46,51	39680,98	18618,64	21062,34	2,13	53,08
180	48,66	41219,43	18719,44	22499,99	2,20	54,59

Rodrigues (2014), utilizando 135 kg ha^{-1} de K_2O , 134 kg ha^{-1} de N e 135 kg ha^{-1} P_2O_5 em cebola IPA 11, no município de Mossoró, apresentou uma renda líquida $32.929,27 \text{ R\$ ha}^{-1}$ e um índice de lucratividade de 76,33% no plantio de agosto/2012. Resultado semelhante foi observado por Novo Júnior (2014) que obteve uma renda

liquida de 35.802,42 R\$ ha⁻¹ e um índice de lucratividade 76,64%, em cebola IPA11, no período de abril/2013, utilizando a mesma adubação de Rodrigues (2014), no município de Mossoró.

Os resultados obtidos nesse trabalho mostram o quanto é lucrativa a produção de cebola na região de Mossoró e como a adubação potássica participa desse processo, aumentando ainda mais os lucros dos produtores. No entanto, mesmo observando o crescimento do rendimento total de bulbos com o incremento das doses de potássio, o real efeito desse nutriente nos parâmetros de produtividade ficou prejudicado devido ao teor de K₂O encontrado na água e solo, o que, possivelmente, mascarou parte dos resultados. Sugere-se então um novo experimento em área com baixo teor de potássio no solo e na água, com o objetivo de reafirmar o efeito benéfico desse nutriente na produção de cebola.

4 CONCLUSÕES

O aumento das doses de potássio não interferiu nas características química e físico-química dos bulbos de cebola cultivar IPA 11. As cebolas produzidas na época 1 (setembro/2012) apresentaram melhor qualidade de bulbo em relação a época 2 (abril /2013).

A dose de 144 e 180 kg ha⁻¹ de K₂O proporcionou maior, renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade, para a Época 1 e 2, respectivamente. O plantio de setembro/2012 foi mais lucrativo que o de abril/2013, a partir das doses 108 kg ha⁻¹ de K₂O.

O incremento nas doses de potássio proporcionou maior porcentagens de bulbos da classe 3, que tem maior valor comercial.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR NETO, P. et al. Crescimento e acúmulo de macronutrientes na cultura da cebola em Baraúna (RN) e Petrolina (PE). 2014. **Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 370-380.
- AMARIZ A.; LIMA M. A. C.; RESENDE G. M. ; TRINDADE, D. C. G; RIBEIRO, T. P.; ANTÃO, T. S. 2009. Qualidade e conservação pós-colheita de cebola ‘Vale Ouro’ submetida a doses de nitrogênio e potássio em cultivo convencional, no Submédio do Vale São Francisco. In: Congresso Brasileiro de Olericultura (Suplemento CD-ROM). **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2.
- ALVAREZ V.; V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. 1999. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, p.25-32, MG.
- AKHTAR, M. E.; BASHIR, K.; KHAN, M. Z.; KHOKLAR, K. M. 2002. Effect of potash application on yield of different varieties of onion (*Allium cepa* L.). *Asian Journal of Plant Science*, v.1, n. 2, p. 324-325.
- ARAÚJO, H. S.; QUADROS, B. R.; CARDOSO, A. I. I.; CORRÊA, C. V. Doses de potássio em cobertura na cultura da abóbora. 2012. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 469-475,
- AOAC. 2005. International/Dr Willian HORWITZ, W. (ed)-17. ed. Maryland: **AOAC international**, v. 14.
- BARBIERI, R. L.; LEITE, D. L.; CHOER, E.; SINIGAGLIA, C. 2005. Divergência genética entre populações de cebola com base em marcadores morfológicos. **Ciência Rural**, v. 35, n. 2, p. 303-308.
- BERNO, N. D. 2012. **Processamento mínimo de cebola roxa: aspectos bioquímicos e fisiológicos e microbiológicos**. 83f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Escola superior de agricultura Queiroz filho, Piracicaba, SP.
- BERKOWITZ, G. A.; WHALEN, C. 1985. Leaf K⁺ interaction with water stress inhibiton of monstomatal-controlled photosynthesis. **Plant Physiology**, v. 79, n.1, p. 189-193.

BRASIL. 1995. **Ministério da Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, p. 13513.

BURT, C.; O'CONNOR, K.; 1995. RUEHR, T. **Fertigation**, 295p.

BUZAR, A. G. R.; OLIVEIRA, V. R.; BOITEUX, L. S. 2007. Estimativa da diversidade genética de germoplasma de cebola via descritores morfológicos, agrônômicos e bioquímicos. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.4, p. 527-532.

CAPUTO, M. M. 2012. **Avaliação de doze cultivares de laranja doce de maturação precoce na região sudoeste do Estado de São Paulo**. 86f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Piracicaba, SP.

CARVALHO, V. D. 1980. Características nutricionais, industriais e terapêuticas da cebola. **Informe Agropecuário**, v.6, n. 62, p. 71-78.

CECÍLIO FILHO, A. B.; MAY, A.; PÔRTO, D. R. Q.; BARBOSA, J.C. 2009. Crescimento da cebola em função de doses de nitrogênio, potássio e da população de plantas em semeadura direta. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 049-054.

CECÍLIO FILHO, A. B.; MARCOLINI, M. W.; MAY, A.; BARBOSA, J. C. 2010. Produtividade e classificação de bulbos de cebola em função da fertilização nitrogenada e potássica, em semeadura direta. **Científica**, v. 38, n.1, p. 14 – 22.

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

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. 2005. **Pós-colheita e frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**, v. 1, 785p.

CHOAIRY, S. A.; OLIVEIRA, E. F.; FERNANDES, P. D. 1994. Estudos de épocas de plantio e de indução floral em abacaxizeiro pérola. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 29, n.1, p 73-79.

COSTA, N. D.; CANDEIA, J. A.; ARAUJO, M. T. 1999. **Importância econômica e melhoramento genético da cebola no Nordeste do Brasil**. Embrapa Semi-árido: Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro, 17p.

COSTA, N. D.; RESENDE, G. M. 2002. Cultivo de cebola no Nordeste. **Sistema de produção**. Brasília - EMBRAPA. (Informações Tecnológicas), Disponível em:

<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cebola/CultivoCebolaNoRdeste/cultivares.htm>>

COSTA, N. D.; QUEIROZ, M. A.; ARAUJO, J. C. 2002. A cultura da cebola. **Coleção plantar**. EMBRAPA. Informações Tecnológicas. 107p.

COSTA, N. D.; FARIA, C. M. B.; PEREIRA, J. R.; CANDEIA, J. A. 1998. Cebola (irrigada): *Allium cepa*. In: CAVALCANTE, F. J. A. (Coord.). Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco. p. 127.

DOGLIOTTI, S.; COLNAGO, P.; GALVÁN, G.; ALDABE, L. 2011. **Bases Fisiológicas del crecimiento y desarrollo de los principales cultivos hortícolas: Tomate (*Lycopersicon esculentum*), Papa (*Solanum tuberosum*) y Cebolla (*Allium cepa*)**. Apostila. (Curso de Fisiología de los Cultivos – Universidad de la República). 85p.

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

EMBRAPA. 2008. **Nutrição Mineral e Adubação da Cultura da Cebola no Submédio do Vale do São Francisco**. (Ed. 1). Circular Técnica *on line*, v. 86, 10p.

EMBRAPA. 2004. **Fertirrigação de hortaliças**. Embrapa Semi-Árido. Circular Técnica *on line*, v. 32, n. 32, p. 13p.

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

FIGUEIREDO NETO, A.; TEIXEIRA, R. A.; BANDEIRA, G.; R. L.; OLIVIER, N. C. 2014. Qualidade pós-colheita de cebola 'atacama' produzida com diferentes dosagens de nitrogênio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 4, n. 1, p. 76-82.

GHAFFOOR, A.; JILANI, M. S.; KHALIQ, G.; WASEEM, K. 2003. Effect of different NPK levels on the growth and yield of three onion (*Allium cepa* L.) varieties. **Asian Journal of Plant Sciences**, v. 2, n. 1, p. 342-346.

GRANGEIRO, L. C.; CECILIO FILHO, A. B. 2004. Qualidade de frutos de melancia em função de fontes e doses de potássio. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 3, p. 647-650.

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

GUIMARÃES, A. F. R. 2008. **Rendimento agrônômico de quiabo e cebola em consórcio e monocultivo**. 57f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semárido), Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Mg.

GODOY, A. R.; SALATA, A. C.; KANO, C.; HIGUTI, A. R. O.; CARDOSO, A. I. I.; EVANGELISTA, R. M. 2012. Produção e qualidade de couve-flor com diferentes doses de potássio em cobertura. **Scientia Agrária Paranaensis**. v. 11, n. 1, p. 112-120.

KANO, C.; CARDOSO, A. I. I.; VILLAS BÔAS, R. L. 2012.. Acúmulo de nutrientes e resposta da alface à adubação fosfatada. **Revista Biotemas**, v. 25, n. 3, p. 150-170.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. 2002. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**, 214p.

KUMAR, A.; SINGH, R.; CHHILLAR, R. K. 2001 Influence of nitrogen and potassium application on growth, yield and nutrient uptake by onion (*Allium cepa*). **Indian Journal of Agronomy**, v. 46, n.1, p. 742-746.

HENRIQUES, G. P. S.; GRANGEIRO, L. C.; PAULINO, R. C.; MARROCOS, S. T. P.; SOUSA, V. F. L.; RIBEIRO, R. M. P. 2014. Produção de cebola cultivada sob diferentes densidades de plantio. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 18, n. 7, p. 682-687.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. 2008. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, ed. 1, 1020p,

IBGE, 2013.**Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA)**.

LONGO, A. E. de O. 2009. **Micropropagação de Alho e Ginogênese In Vitro de Cebola**.. 130f. Dissertação (Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia), Campinas, SP.

MACHADO, A. S. 2000. **Efeito de doses de potássio (Cloreto de potássio) em alho cultivar gravatá proveniente de cultura de tecidos e de propagação convencional**. 28f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia), Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MANDIRA, C.; KHAN, A. H. 2003. Effect of nitrogen and potassium on growth, yield and yield attributes of onion. **New Agriculturist**, v.14, n. 1, p. 9-11.

MAGRO, F. O. 2012. **Efeito do composto orgânico e adubação potássica em atributos do solo e da beterraba**. 86f. Tese (Doutorado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agronômicas- UNESP, Botucatu, SP.

MALAVOLTA, E. 1980. Elementos de nutrição mineral de plantas. **Agronômica Ceres**, ed. 23, 253 p.

MALAVOLTA, E.; CROCOMO, O. J. O. 1982. **Potássio e a planta**. In: simpósio sobre potássio na agricultura brasileira em londrina na fundação iapar, ed. 1, p. 95-162.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. 1997. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**, ed. 2, 319p.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. 2002. **Adubos e adubações**, 200p.

MAGALHÃES, J. 1993. **Nutrição e adubação da cebola**. In: Simposio sobre nutrição e adubação de hortaliças, p. 381-399.

MARSCHNER, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. **London: Academic Press**, ed. 2, 889p.

MAY, A.; CECÍLIO FILHO, A. B.; PORTO, D. R. Q.; VARGAS, P. F.; BARBOSA, C. B. 2007. Produtividade de híbridos de cebola em função da população de plantas e da fertilização nitrogenada e potássica. **Horticultura Brasileira**, v.25, n. 2, p. 53-59.

MENDES, A. M. S.; FARIA, C. M. B.; SILVA, D. J.; RESENDE, G. M.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SILVA, M. S. L. 2008. **Nutrição Mineral e Adubação da Cultura da Cebola no Sub-médio do Vale do São Francisco**. Comunicado Técnico, n. 86, 10p.

MEURER, E. J. Potássio. 2006. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, p. 281-298.

MELAMED, R. GASPAR, J. C. MIEKELEY, N. 2007. **Pó-de-rocha como fertilizante alternativo para sistemas de produção sustentáveis em solos tropicais**. Rio de Janeiro. Série de Estudos e Documentos, n. 72, 24p.

- MELO, G. W.; MEURER, E.; KÄMPF, N. 1998. **Formas de potássio e mineralogia de dois solos após cultivos intensivos**. In: Reunião sul-brasileira de ciência do solo “manejo sustentável do solo”, Anais...n. 2, 7p.
- MIELNICZUK, J. 1977. Formas de potássio em solos do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 1, n. 2-3, p. 55-61.
- MIGUEL, A. C. A.; DURIGAN M. F. B.; DURIGAN J. F.; MORETTI C.L. 2004. **Postharvest quality of twelve onion cultivars grown in the southeast of Brazil**. In: International 10th symposium on edible alliaceae, p. 235.
- MOHANTY, B. K.; DAS, J. N. 2001. Response of rabi onion cv. Nasik Red to nitrogen and potassium fertilization. *Vegetable Science*, v.28, n. 2, p.40-42.
- MONTOYA, R. B.; SPINOIA, A. G.; GARCIA, P. S.; PAREDES, D.G. 2012. **Demanda de potasio del tomate tipo sadette**, v. 20, n. 4, p. 391-399.
- NABI, G.; RABI, A.; TULLAH, F.; SHAHI, I. H. 2010. Influence of different levels of potash on The quantity, quality and storage Life of onion bulbs. *Pak. J. Bot.*, v.42, n. 3, p.2151-2163.
- NASCIMENTO, M.; LAPIDO-LOUREIRO, F. E. V. 2009. **O potássio na agricultura brasileira: fontes e rotas alternativas**. In: LAPIDO-LOUREIRO, F. E. V.; MELAMED, R.; FIGUEIREDO NETO, J. Fertilizantes: agroindústria e sustentabilidade. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, p. 305-335.
- NASCIMENTO NETO, J. R.; BOMFIM, G. V.; AZEVEDO, B. M.; VIANA, T. V. A.; VASCONCELOS, D. V. 2012. Formas de aplicação e doses de nitrogênio para o meloeiro amarelo no litoral do Ceará. *Irriga*, v.17, n.2, p. 364-375.
- NOVO JÚNIOR, J. 2014. **Desempenho da cebola fertirrigada em função da adubação fosfatada**. 60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN.
- OLIVEIRA, A. P.; OLIVEIRA, A. N. P.; ALVES, E. U.; ALVES, A. U.; LEONARDO, F. A. P.; SANTOS, R. R. 2008. Rendimento de maxixe em função de doses P₂O₅ em solo arenoso. *Ciência Agrotécnica*, v. 32, n. 4, p. 1203-1208.
- OLIVEIRA, E. F. 2011. **Efeito de doses de fosforó e potássio na qualidade e produtividade de frutos de melancia na savana Roraima**. 50f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Roraima, Boa vista, RO.

OLIVEIRA, L. A. M. 2013. **Potássio, Sumário Mineral - DNPM**, Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br>>

OLIVEIRA, V. R.; LEITE, D. L.; SANTOS, C. A. F.; COSTA, N. D.; MELO, P. C. T. 2004. **Sistema de Produção de cebola (Allium cepa L.) Sistemas de Produção**, 5 Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/sistemas_producao/cultivo_da_cebola/clima.htm>

PAM. 2011. Produção Agrícola Municipal. Culturas Temporárias e Permanentes. v. 38, n. 4, 97p.

PAPADOPOULOS. I. 1999. **Fertirrigação: Situação Atual e Perspectivas para o Futuro**. In: FOLEGATTI, M. V. Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças. Guaíba: Agropecuaria, p.11-84.

PEREIRA A. M.; PIMENTEL D. S. C.; FERREIRA A. P. S.; FINGER F. L.; PUIATTI M. 2012. Avaliação de diferentes métodos de cura artificial de cebola. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 7148-7154.

PEREIRA, E. B.; CARDOSO, A. A. A.; VIEIRA, C.; LURES, E. G.; KUGIRARI, Y. 1985. **Viabilidade econômica do composto orgânico na cultura do feijão**. Comunicado Técnico, 4p.

POZZA, A. A. A.; ZAMBOLIM, L.; POZZA, E. A. 1997. Controle químico da mancha-de-olho-pardo (*Cercospora coffeicola*) do cafeeiro em condições de viveiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 22, n. 4, p. 543-545.

QUARTIERO, A. 2012. **Desempenho agrônômico, heterose e estabilidade fenotípica de genótipos de cebola em Guarapuava - PR**. 58f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual do Centro-Oeste, PR.

RAIJ, B. V. (1991). Fertilidade do Solo e Adubação, Piracicaba: **Ceres**, , p. 343.

RANDLE, W. M. 1992. Sulfur nutrition affects nonstructural water-soluble carbohydrates in onion germplasm. **Hortscience**, v. 27, n. 1, p. 52-55.

RANDLE, W. M.; KOPSELL, D. A.; KOPSELL, D. E.; SNYDER, R. L.; TORRANCE, R. 1998. Field sampling short-day onions for bulbs pungency. **Hort Technology**, v. 8, n. 3, p. 329-332.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D. 2008. Épocas de plantio e doses de nitrogênio e potássio na produtividade e armazenamento da cebola. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 43, n. 2, p. 221-226.

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

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D. 2009. Produtividade e armazenamento Cebola (*Allium cepa* L.) submetida a doses de nitrogênio e potássio via fertirrigação, **Ciência agrotécnica**, v. 33, n. 5, p. 1314-1320.

RODRIGUES, G. S. de O. 2014. **Produtividade e qualidade de cebola em função de doses de nitrogênio**. 56f. Tese (Doutorado Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN.

SALATA, A. C.; KANO, C.; GODOY, A. R.; EVANGELISTA, R. M.; CARDOSO A. I. I. 2011. Produção e qualidade de frutos de ervilha torta submetidas a diferentes níveis de adubação potássica. **Nucleus**, v. 8, n. 4, p. 127-134.

SANTOS, E. E. F. 2007. **Acúmulo de nutrientes e relação ca:mg no cultivo da Cebola, no submédio São Francisco**. 120f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

SANTOS, S. S.; ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M. ; LEAL, M. A. A.; RIBEIRO, R. L. D. 2012. Produção de cebola orgânica em função do uso de cobertura morta e torta de mamona. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 549-552.

SCHWIRMMER, S.; WESTON, W. J. 1961. Enzymatic development of pyruvic acid as a measure of pungency. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 9, n. 4, p. 301-304.

SCHUNEMANN, A. P.; TREPTOW, R.; LEITE, D. L.; VENDRUSCOLO, J. L. 2006. Pungência e características químicas em bulbos de genótipos de cebola (*Allium cepa* L.) cultivados no Alto Vale do Itajaí, SC, Brasil. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 1, p. 77-80.

SILVA JÚNIOR, M. J.; DUARTE, S. N.; OLIVEIRA, F. DE. A.; MEDEIROS, J. F. DE; DUTRA, I. 2010. Resposta do meloeiro à fertirrigação controlada através de íons da solução do solo: Parâmetros produtivos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 4, p. 723-729.

SILVA, F. C. 2009. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa, ed. 2, 627p.

SILVA, M. C.; SILVA, T. J. A.; SILVA, E. M. B.; FARIAS, L. N. , 2014. Características produtivas e qualitativas de melão rendilhado adubado com nitrogênio e potássio **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 6, p. 581–587.

SILVA, E. C.; MACHADO, A.; S.; SOUZA, R. J.; CALDERÓN, J. F. T. 2000. Efeito de doses de potássio (cloreto de potássio) e nitrogênio (sulfato de amônio) em alho proveniente de cultura de tecidos. **Ciência agrotécnica**, v. 24, n. 4, p. 917-923.

SILVA, M. A. CHAVES, L. H. G.; SILVA, D. J.; FARIA, A. F. 2003. Produtividade e qualidade do melão em função de nitrogênio, micronutrientes e matéria orgânica. **Agropecuária Técnica**, v. 24, n. 2, p. 131-138.

SILVEIRA, R. L. V. A.; MALAVOLTA, E. 2000. **Nutrição e adubação potássica em Eucalyptus**. Informações Agronômicas, v. 91, 12p.

SINGH, B.; GOULDING, K. W. T. 1997. Changes with time in the potassium content and 759 phyllosilicates in the soil of the Broadbalk continuous wheat experiment at Rothamsted. **European Journal of Soil Science**, v. 48, n. 1, p. 651-659.

SPARKS, D. L.; HUANG, P. M. 1985. **Physical chemistry of soil potassium**. In: MUNSON, R.D. Potassium in agriculture. American Society of Agronomy, p. 201-276.

SPARKS, D. L. 1980. Chemistry of soil potassium in atlantic coastal plain soils. **Communication in soil science and Plant Analysis**, v. 11 n. 5, p. 435-449.

SOUZA, J. O.; GRANGEIRO, L. C.; SANTOS, G. M.; COSTA, N. D.; SANTOS, C. A. F.; NUNES, G. H. S. 2008. Avaliação de genótipos de cebola no Semi-Árido Nordeste. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 1, p. 097 -101.

TRANI, P. E.; BREDA JÚNIOR, J. M.; FACTOR, T. L. 2014. Calagem e adubação da cebola (*Allium cepa* L.). **Instituto Agrônomo**, 35p.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. **Hortaliças**. 1997. In: Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Boletim Técnico, n. 100, p. 157-164.

VALENCIO, A. G. R. B.; OLIVEIRA, V. R.; LOPES, J. F.; BOITEUX, L. S.; FONSECA, M. E. N. 2004. **Estabelecimento de um banco de caracteres botânicos e**

agronômicos de populações de cebola suaves/doces. In: Congresso brasileiro de olericultura, Resumos... Campo Grande: SOB (CD-ROM), v. 44.

VIDALIALABS. 2004. VLI Sweet index (Sweetometer).

ZANFIROV, C. A.; Correa, C. V.; CARPANETTI, M. G.; CORREA, F. F.; CARDOSO, A. I. I. 2012. Produção de cenoura em função das doses de potássio em cobertura. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 747-750.

APÊNDICE

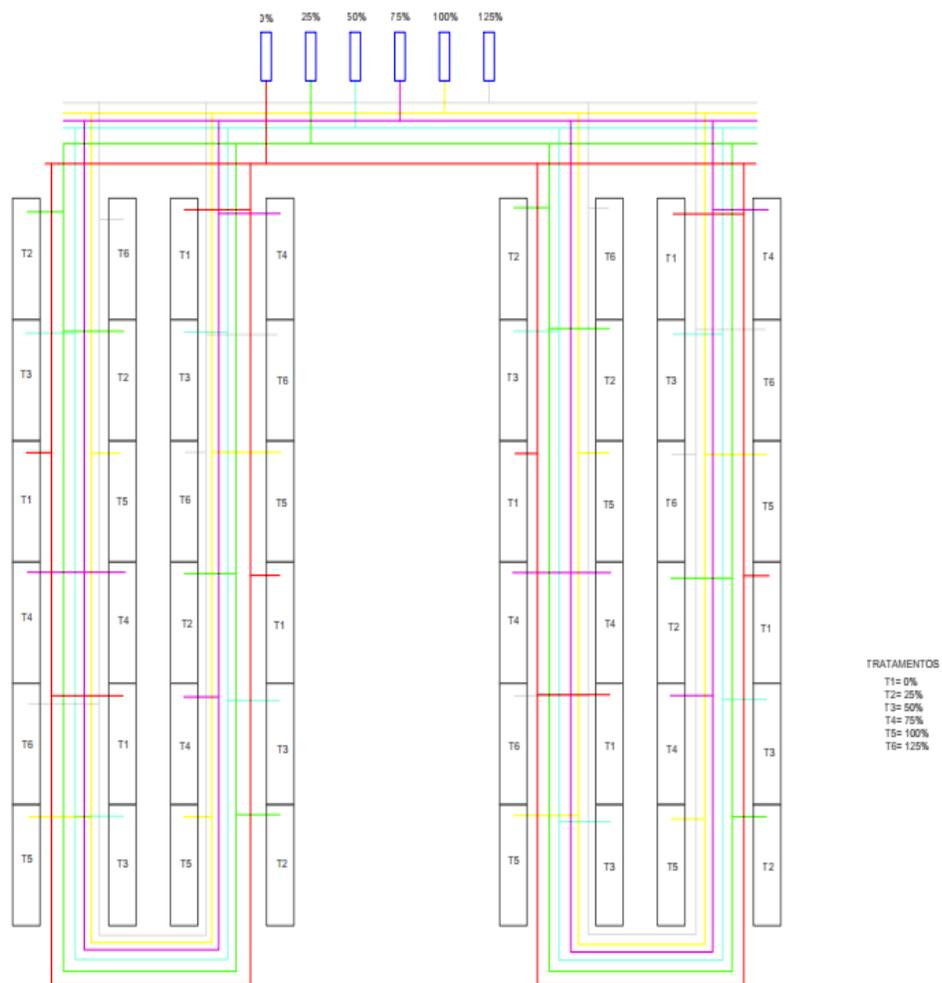


Figura1A. Croqui da área experimental referente aos experimentos 1 e 2. Mossoró/RN, UFERSA, 2015.