

JOSÉ NOVO JÚNIOR

**DESEMPENHO DA CEBOLA FERTIRRIGADA EM
FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA**

MOSSORÓ-RN
2014

JOSÉ NOVO JÚNIOR

**DESEMPENHO DA CEBOLA FERTIRRIGADA EM FUNÇÃO
DA ADUBAÇÃO FOSFATADA**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido, como parte
das exigências para a obtenção do título
de Mestre em Agronomia: Fitotecnia.

Orientador: Prof. D. Sc. LEILSON COSTA GRANGEIRO

MOSSORÓ - RN
2014

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

N937d Novo Júnior, José.

Desempenho da cebola fertirrigada em função da adubação
fosfatada/ José Novo Júnior -- Mossoró, 2014.
57f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Leilson Costa Grangeiro

Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal
Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-
Graduação.

1. *Allium cepa*. 2. Adubação fosfatada. 3. Índice de
lucratividade. 4. Cebola fertirrigada. I. Título.

RN/UFERSA/BCOT/869-14

CDD: 635.25

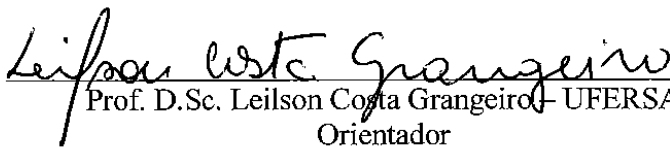
Bibliotecária: Vanessa Christiane Alves de Souza Borba
CRB-15/452

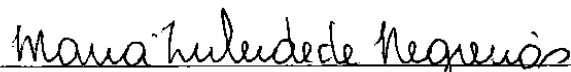
JOSÉ NOVO JÚNIOR

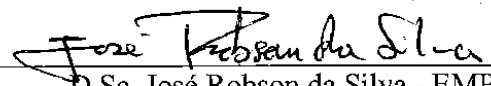
**DESEMPENHO DA CEBOLA FERTIRRIGADA EM FUNÇÃO
DA ADUBAÇÃO FOSFATADA**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido, como parte
das exigências para a obtenção do título
de Mestre em Agronomia: Fitotecnia.

APROVADA EM: 24/07/2014


Prof. D.Sc. Leilson Costa Grangeiro - UFERSA
Orientador


Prof.^a D.Sc. Maria Zuleide de Negreiros - UFERSA
Conselheira


D.Sc. José Robson da Silva - EMPARN
Membro Externo

À minha mãe, Zoraide Vênus
Gonçalves, pelo amor
incondicional, ajudando-me
sempre em todos os momentos
da minha vida.

Ao meu pai, José Novo
Sobrinho (*in memorian*), pela
educação, carinho e amor
sempre demonstrado a mim.
Infelizmente, não é mais
possível desfrutar da sua
presença em nosso meio, mas
sempre vou levá-lo em meu
coração.

DEDICO

À minha bela e amada esposa,
Ana Priscila Borba Filgueira
Novo, pelo carinho, apoio e,
principalmente, pelo amor
dedicado a mim, o qual foi
responsável por renovar as
minhas energias, me
fortalecendo nas horas mais
difíceis.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Deus por me ajudar em mais uma conquista, sempre renovando as minhas forças e por ser a razão maior da minha vida.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), pela oportunidade concedida de ingressar em um curso superior e por ter contribuído para minha formação, não apenas como profissional, mas como cidadão.

Ao programa de Pós Graduação em Fitotecnia por todo apoio e oportunidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa.

À minha esposa, Ana Priscila, pelas palavras de incentivo, compreensão, cuidado, companheirismo, dedicação e, principalmente, pelo seu amor.

Aos meus pais, Zoraide e José Novo (*in memorian*), pelo amor e educação, ajudando no meu crescimento como ser humano.

Aos meus irmãos: Neto, Mário, Soraia, Joan, Manuela, Ramildo, Ramira e José Adelson pelo grande apoio, confiança, amizade e carinho.

Ao meu sogro Izar Filgueira e à minha sogra Elenice Filgueira, pelas sábias palavras de aconselhamento, orações e amizade.

Aos meus avós adotivos, Moisés Filgueira e Luzia André, por suas orações e pelo grande apoio.

À família Pacheco: Welton, Carol, Andrey e Hadassa, pela grande amizade.

Ao casal Vilson Júnior e Júlia pela amizade, conselhos e momentos vividos.

Ao professor orientador, Leilson Costa Grangeiro, pela amizade, confiança e incentivo, se mostrando sempre presente para sanar minhas dúvidas.

Aos membros da banca examinadora, Leilson Costa Grangeiro, Maria Zuleide de Negreiros e José Robson da Silva, pelas correções e sugestões para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Aos amigos da equipe orientada pelo prof. Leilson, pela ajuda na realização do trabalho: Danielle, Gardênia, Jardel, Jorginho, Joyce, Karla, Meirinha, Rayane, Rômulo, Saulo e Valdívia.

À Aridênia por todos os momentos compartilhados, alegrias e grande ajuda na condução do trabalho e durante todo o curso.

A Flabênio pela amizade, cuidado na condução do trabalho e por se mostrar sempre à disposição.

Muito Obrigado!

RESUMO

NOVO JÚNIOR, José. **Desempenho da cebola fertirrigada em função da adubação fosfatada**. 2014. 57f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

Os municípios de Baraúna e Mossoró-RN vêm se firmando como novo pólo de produção de cebola. Todavia, a falta de recomendação de adubação específica para essa cultura na região e de parâmetros para quantificar a aplicação de adubos via fertirrigação representa um entrave para a obtenção de maiores rendimentos da cultura. Com o objetivo de avaliar a produtividade e a qualidade de bulbos de cebola em função de doses de fósforo foi desenvolvido um experimento no período de abril a setembro de 2013, na Fazenda Experimental Rafael Fernandes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN. O delineamento experimental utilizado 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 fosfatada recomendada para cebola no Estado de Pernambuco, correspondendo a uma adubação com 0,00; 33,75; 67,50; 101,25; 135,00 e 168,75 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente. A cultivar utilizada foi a Vale Ouro IPA 11. As características avaliadas foram: massa seca da planta, teor de fósforo na folha, produtividade comercial, produtividade não comercial, produtividade total, classificação comercial de bulbos, diâmetro longitudinal, diâmetro transversal, relação entre o diâmetro longitudinal e transversal dos bulbos, sólidos solúveis, acidez titulável, relação entre sólidos solúveis e acidez titulável, pungência, potencial Hidrogeniônico (pH) e indicadores econômicos (renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade). A aplicação de fósforo não influenciou significativamente as características de qualidade da cebola. A dose de 168,75 kg ha⁻¹ de P₂O₅ proporcionou a maior produtividade comercial, renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade. A máxima eficiência técnica para a cultivar IPA 11 foi obtida na dose de 86,63 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Palavras Chave: *Allium cepa*. Produtividade. Qualidade. Índice de lucratividade.

ABSTRACT

NOVO JÚNIOR, José. **Performance onion fertigated a function of phosphate fertilizer**. 2014. 57f. Dissertation (MSc in Agronomy: Crop Science) - Federal Rural University of Semi-Arid (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

The municipalities of Baraúna and Mossoró-RN establishing itself as the new center for the production of onions. However, the lack of specific fertilizer recommendation for this crop in the region and to quantify parameters of fertilizer application through fertigation is an obstacle to achieving higher crop yields. Aiming to evaluate the yield and quality of onion bulbs in terms of phosphorus an experiment was conducted in the period April to September 2013, at the Experimental Farm Rafael Fernandes, Federal Rural University of Semi-Arid (UFERSA), Mossoró -RN. The experimental design was complete with six treatments and four replications blocks. The treatments consisted of doses of 0, 25, 50, 75, 100 and 125% of the recommended phosphate fertilizer for onions in the State of Pernambuco, corresponding to a fertilizer with 0.00; 33.75; 67.50; 101.25; 135.00 and 168.75 kg ha⁻¹ P₂O₅, respectively. The cultivar used was Vale Ouro IPA 11. The characteristics evaluated were: plant dry matter, phosphorus content in leaf, business productivity, non-commercial productivity, total factor productivity, commercial classification of bulbs, longitudinal diameter, transverse diameter, the relationship between longitudinal and transverse diameter of the bulbs, soluble solids, titratable acidity, soluble solids ratio and acidity, poignancy, hydrogenic potential (pH) and economic indicators (gross income, net income, rate of return and profitability index). Phosphorus application did not significantly affect the quality of onion. The dose of 168.75 kg ha⁻¹ P₂O₅ provided the highest business productivity, gross income, net income, rate of return and profitability index. The maximum technical efficiency for IPA 11 cultivar was obtained at a dose of 86.63 kg ha⁻¹ of P₂O₅.

Key words: *Allium cepa*. Productivity. Quality. Profitability index.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização química do solo da área experimental antes do plantio com cebola. Mossoró-RN. UFERSA, 2013.....	26
Tabela 2 - Caracterização química da água de irrigação Mossoró-RN. UFERSA, 2013.....	26
Tabela 3 - Coeficiente de cultura (Kc) de cebola, em diferentes estádios de desenvolvimento para irrigação por gotejamento.....	28
Tabela 4 - Distribuição percentual de nitrogênio, fósforo e potássio ao longo do ciclo da cebola. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.....	30
Tabela 5 - Valor do quadrado médio da análise de variância para massa seca da planta (MSP), teor de P na folha (TF), produtividade comercial (PC), produtividade não comercial (PNC), produtividade total (PT), porcentagem de bulbos nas diferentes classes (Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), relação entre o diâmetro longitudinal e o transversal (DL/DT), pungência (PG), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável (SS/AT) e potencial Hidrogeniônico (pH) em função das doses de fósforo aplicadas em cebola, cv. IPA 11. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.....	35
Tabela 6 - Valor médio do diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), relação entre o diâmetro longitudinal e transversal (DL/DT), pungência (PG), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) e potencial Hidrogeniônico (pH) em função das doses de fósforo aplicadas em cebola, cv. IPA 11. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.....	45
Tabela 7 - Produtividade comercial (PC), custos de produção (CP), renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) em função das doses de fósforo aplicadas em cebola, cv. IPA 11. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.....	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tanque de derivação de fluxo de PVC (“pulmão”). Mossoró-RN, UFERSA, 2013.....	29
Figura 2 - Massa seca da planta (MSP) em função das doses de fósforo aplicadas em cebola, cv. IPA 11. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.....	37
Figura 3 - Teor foliar de fósforo aos 45 dias após o transplantio (DAT) em função das doses de fósforo aplicadas em cebola, cv. IPA 11. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.....	39
Figura 4 - Produtividade comercial ($t\ ha^{-1}$) em função das doses de fósforo aplicadas em cebola, cv. IPA 11. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.....	41
Figura 5 - Produtividade total ($t\ ha^{-1}$) em função das doses de fósforo aplicadas em cebola, cv. IPA 11. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.....	41
Figura 6 - Porcentagem de bulbos nas diferentes classes (Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4) em função das doses de fósforo aplicadas em cebola, cv. IPA 11. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.....	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DA CEBOLA.....	15
2.2 FÓSFORO NO SOLO E NA PLANTA.....	16
2.3 EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DA CEBOLA.....	18
2.4 ADUBAÇÃO FOSFATADA EM CEBOLA.....	21
2.5 FERTIRRIGAÇÃO EM CEBOLA.....	24
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	26
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	27
3.3 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	27
3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	31
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1 CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO.....	35
4.2 CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE.....	44
4.3 INDICADORES ECONÔMICOS.....	45
5 CONCLUSÕES.....	48
REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

A cebola (*Allium cepa* L.) é a hortaliça mais difundida no mundo, destacando-se tanto pelo seu volume de produção, como pelo consumo e valor econômico (OLIVEIRA et al., 2013), ocupando, entre as olerícolas, o terceiro lugar em importância econômica, ultrapassada apenas pela batata e pelo tomate (VIDIGAL et al., 2010). Em 2012, foram cultivados 58 mil hectares de cebola no Brasil, cuja produção atingiu 1.357 toneladas, com rendimento médio de 24,68 t ha⁻¹ (IBGE, 2013).

O rendimento produtivo da cebola é influenciado por vários fatores, merecendo destaque a disponibilidade de nutrientes para a planta (KURTZ et al., 2013), uma vez que essa cultura é bastante exigente em nutrição, tanto nas quantidades fornecidas como nas proporções entre os nutrientes. Dentre os elementos presentes nos fertilizantes, o fósforo (P) se constitui um dos mais limitantes para as culturas agrícolas, especialmente em solos tropicais, que apresentam, em geral, baixo teor de fósforo disponível e predominância de acidez (ARAUJO, 2011). Sampaio et al. (1995) estimam que na maior parte da área semiárida, em torno de 89%, a carência mais alta é de fósforo, sendo considerado, de acordo com Raij (2011), o elemento mais crítico nas adubações nas últimas décadas.

Estas características, aliada às altas taxas de adsorção desse nutriente, têm sido consideradas as limitações mais severas para o cultivo destes solos e para o aumento da produtividade, visto que se fazem necessárias aplicações de altas doses de fósforo (CORREA et al., 2004), fato, este, que tem ocasionado intensificação na busca para indicação de doses mais adequadas para as culturas e que possibilitem maiores retornos econômicos.

No Estado do Rio Grande do Norte, não há boletim oficial de recomendação de adubação, sendo que as quantidades de fertilizantes aplicadas na cultura são com base em informações de empresas privadas, recomendação de outras regiões e/ou das experiências adquiridas pelos produtores. Para Tekalign et al. (2012), o uso limitado

e/ou inadequado da aplicação de fertilizantes minerais são os principais obstáculos para a produção de cebola. Ainda de acordo com os autores, os agricultores são conscientes da resposta da planta à aplicação de nutrientes, mas não sabem o tipo nem a dose de fertilizante a ser aplicada para melhorar a produtividade e qualidade dessa cultura, sendo, esta falta de informação, uma das principais causas que resultam em menor desempenho produtivo da cebola.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e qualidade de bulbos de cebola em função de doses de fósforo, nas condições de Mossoró-RN.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DA CEBOLA

No contexto da agricultura brasileira, a cebola posiciona-se como uma cultura de elevada importância socioeconômica, caracterizando-se como típica de propriedades pequenas e médias e de natureza familiar, sobretudo no Sul e no Nordeste brasileiro. Estima-se mais de 100 mil produtores envolvidos com a exploração desta hortaliça, gerando mais de 250 mil empregos diretos só no setor da produção (TRANI et al., 2014).

O Brasil é o 8º maior produtor de cebola, participando com cerca de 2% da oferta mundial (FAO, 2013). A Região Nordeste, devido às condições edafoclimáticas, oferece grandes vantagens comparativas às demais regiões produtoras de cebola do país, uma vez que permite o plantio durante o ano todo (GRANGEIRO et al., 2008). Os Estados da Bahia, Pernambuco e Rio Grande do Norte se destacam como os maiores produtores dessa região (EMBRAPA, 2012).

No Estado do Rio Grande do Norte (RN) o plantio de forma mais expressiva é relativamente recente, e foi motivado primeiro pelas crises na cultura do melão com o alto custo de produção e dificuldade das exportações pelo baixo valor do dólar. Os municípios de Mossoró e Baraúna concentram a produção da cebola nesse Estado e, diferentemente da cebolicultura praticada nas demais regiões, os produtores potiguares cultivam essa hortaliça com a mesma tecnologia empregada no melão, ou seja, irrigação por gotejamento e aplicação de fertilizantes via água de irrigação (fertirrigação). Outra característica dessa Região é a intensa utilização de fertilizantes, chegando a quantidades de 800 kg ha⁻¹, representando, em média, 20% do custo da produção.

Em 2012 a área plantada no RN foi de 605 ha (PALHARES, 2012). Embora a produtividade média do Estado (39,9 t ha⁻¹) seja superior a da Região Nordeste (22,4 t

ha⁻¹) e a brasileira (24,68 t ha⁻¹), a mesma está abaixo de outros Estados, como é o caso de Minas Gerais e Goiás, onde alcançam 57 e 70 t ha⁻¹, respectivamente. Esse fato implica em desvantagens para os produtores locais uma vez que não conseguem competir com os produtores dessas regiões, pois o custo de produção por quilo de cebola é inferior (PAM, 2011; IBGE, 2013).

Souza et al. (2008) recomendam o uso de cultivares das séries IPA para a Região Nordeste, sendo a cultivar Vale Ouro IPA 11, mais conhecida pelos produtores apenas como IPA 11, a mais plantada em Mossoró e Baraúna-RN. Aguiar Neto et al. (2014) observaram bons níveis de rendimento para essa cultivar nas cidades de Baraúna-RN e Petrolina-PE, com produtividades na ordem de 40,0 e 36,0 t ha⁻¹, respectivamente.

2.2 FÓSFORO NO SOLO E NA PLANTA

O fósforo do solo pode ser encontrado nas formas orgânica e inorgânica, sendo que o elemento orgânico do solo ocorre em teores proporcionais aos da própria matéria orgânica (RAIJ, 2011), o que explica a sua baixa contribuição na nutrição das plantas cultivadas, visto que o teor de matéria orgânica na maioria dos solos brasileiros e, em especial, na região semiárida do Nordeste é muito baixo (RAIJ et al., 1991).

De acordo com Bahia Filho et al. (1983) e Broggi (2004), a composição mineralógica da argila é tão ou mais importante do que a quantidade. Dessa forma, partindo do pressuposto de que não haja limitação quanto ao pH, os solos arenosos apresentam maior teor de fósforo em solução, quando comparados com solos argilosos, que apresentam comportamento inverso (CORRÊA et al., 2011), o que faz com que solos de textura arenosa possam responder melhor à adubação fosfatada quando comparados a solos de textura argilosa nas condições de clima tropical (SANTOS et al., 2008). Büll et al. (2008) estudando doses de fósforo em três solos diferentes na cultura do alho, em condições de casa de vegetação, verificaram que para os solos Neossolo Quartzarênico (textura arenosa), Latossolo Vermelho Distrófico (textura

média) e Latossolo Vermelho Distroférrico (textura argilosa), as melhores doses de fósforo para a produção de alho foram de 190, 400 e 400 mg dm⁻³, respectivamente, correspondendo, na sequência, a 380, 800 e 800 kg ha⁻¹.

Parte da cebola cultivada em Mossoró-RN é produzida em solo do tipo Argissolo Vermelho – Amarelo, caracterizado por pH_(H2O) em torno do neutro, capacidade de troca de cátions entre 70 a 100 mmol_c dm⁻³, elevada saturação por bases, teores médios a elevados de potássio trocável, mas são pobres em fósforo disponível (CRISÓSTOMO et al., 2002). Esta última característica é uma das principais limitações para o desenvolvimento de qualquer atividade agrícola sem a aplicação de fertilizantes fosfatados nessa região. Dessa forma, o fósforo é um nutriente que influencia de forma decisiva a produtividade das culturas.

No caso dos solos fertilizados, a disponibilidade deste nutriente também se altera com o tempo, onde em solução ele pode passar rapidamente para a forma lábil e, posteriormente, de forma um pouco mais lenta, para a forma não lábil. A forma lábil está em equilíbrio com a solução do solo, servindo como depósito de fósforo, onde na medida em que seu teor na solução do solo for alterado (adição externa, absorção pela planta, adsorvido ou precipitado) há tendência para o equilíbrio entre esses compartimentos, de forma que o P-solúvel passe para a forma lábil e vice versa (FURTINI NETO et al., 2001).

O contato entre o fósforo na solução do solo e a raiz ocorre quase exclusivamente por difusão, processo no qual o elemento caminha a curtas distâncias em uma fase aquosa estacionária, denominada solução do solo, a favor do gradiente de concentração (VIDIGAL et al., 2002) necessitando, dessa forma, de altos teores de fósforo disponíveis associados à adequada umidade para fornecer as quantidades de nutrientes necessárias à obtenção das altas produtividades nas culturas (NOVAIS; SMYTH, 1999). De acordo com Sampaio et al. (1995), em detrimento desse fluxo difusivo, o baixo teor de fósforo é limitante ao alcance de maiores produtividades na região semiárida, apesar dos solos dessas áreas serem mais jovens.

As plantas são capazes de absorver fósforo de soluções com concentrações muito baixas, sendo que geralmente a concentração no xilema é 100 a 1.000 vezes superior à concentração da solução do solo. O transporte do fósforo no xilema ocorre principalmente na forma como foi absorvido (H_2PO_4^-), sendo rapidamente envolvido em processos metabólicos (MENGUEL; KIRKBY, 1987). Ao contrário do que acontece nos solos, o fosfato é bastante móvel e facilmente redistribuído pelo floema, na forma de fosforil colina. Quando adequadamente nutrida, a planta apresenta de 85 a 95% de seu fósforo inorgânico localizado nos vacúolos, de onde se movimenta para os órgãos novos quando o suprimento é reduzido (ARAÚJO; MACHADO, 2006).

Dentre os fatores que influenciam a composição química das plantas, a adubação fosfatada merece destaque, devido à participação do fósforo no processo de absorção de nutrientes, metabolismo mineral e fisiologia das culturas (JESCHKE et al., 1996; MAGALHÃES, 1996). A disponibilidade endógena desse nutriente, principalmente a quantidade de ATP no sistema radicular, é capaz de controlar a absorção de fósforo (JESCHKE et al., 1997) e de outros nutrientes, como o potássio (NEVES et al., 2004) e principalmente o nitrato (MAGALHÃES, 1996).

O fósforo também participa de vários processos metabólicos nas plantas, como a transferência de energia, síntese de ácidos nucleicos, glicose, respiração, síntese e estabilidade de membrana, ativação e desativação de enzimas, reações redox, metabolismo de carboidratos e fixação biológica de N_2 (ARAÚJO; MACHADO, 2006).

2.3 EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DA CEBOLA

A cebola é uma cultura exigente em nutrição, tanto nas quantidades fornecidas como nas proporções entre os nutrientes. De um modo geral, o requerimento dos minerais pela cultura acompanha a taxa de crescimento da planta. Da fase inicial até próximo à metade do ciclo, o crescimento dessa hortaliça é lento e, a partir daí,

iniciam-se a bulbificação e a translocação de fotoassimilados e outros compostos para o bulbo. Nessa fase, há um rápido acúmulo de matéria seca no bulbo seguido da maior demanda de potássio e enxofre até a estabilização da demanda de nutrientes pelas folhas (PÔRTO et al., 2006; PÔRTO et al., 2007).

Em média, 5% da matéria seca da planta são constituídas por minerais, onde o conteúdo total de cada mineral pode variar com a cultivar, produtividade e estágio de desenvolvimento da cultura. O potássio é o nutriente mais extraído pela cebola, seguido do nitrogênio, cálcio, magnésio e fósforo (PÔRTO et al., 2007; MARROCOS et al., 2009).

Marrocos et al. (2009), em experimento desenvolvido em área comercial no município de Baraúna-RN, em um Cambissolo, verificaram que o maior acúmulo de nutrientes da cebola IPA 11, de 40-60 dias após o transplântio (DAT), foram para N e K e, de 60-75 DAT, foram P, Ca e Mg. Os autores observaram ainda que do total de nutrientes absorvidos o N, P, K e Mg acumulam-se preferencialmente nos bulbos e o Ca na parte aérea.

Além dos nutrientes absorvidos em grandes quantidades, conhecidos como macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre), há os micronutrientes (boro, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco), que são absorvidos em pequenas quantidades. Estes micronutrientes são importantes nos processos de crescimento, síntese e translocação de açúcares na planta, possibilitando maior produtividade e melhor qualidade de bulbos. Os fertilizantes orgânicos, geralmente, contêm esses micronutrientes em quantidades suficientes, que podem corrigir alguma deficiência existente no solo (EMBRAPA, 2008).

Nas adubações aplicam-se grandes quantidades de fertilizantes, principalmente de N, P e K. Todavia, o manejo da adubação deve ser criterioso visando otimizar a produtividade, satisfazendo as necessidades nutricionais da cultura pela adoção de técnicas que propiciem maior eficiência no uso dos adubos, da água, da mão de obra e dos demais insumos, minimizando as perdas de nutrientes por lixiviação, erosão e

volatilização. A aplicação racional de fertilizantes exige o conhecimento da disponibilidade de nutrientes no solo, das exigências nutricionais da cultura e da avaliação do estado nutricional das plantas (EMBRAPA, 2013).

A cultura da cebola geralmente exige baixas quantidades de fósforo, principalmente quando comparadas com o nitrogênio e o potássio. No entanto, em solos onde a presença desse nutriente é moderadamente baixa, o crescimento e o rendimento dessa hortaliça podem ser reforçados pela aplicação de adubo fosfatado (FONSECA et al., 2011). Segundo Laske (1962) apud Fonseca et al. (2011), a assimilação do fósforo por essa cultura é em torno de 37 kg ha^{-1} de P_2O_5 . Já Nwadukwe e Chude (1995) mencionam que em condições normais de solo, uma produção de 30 t ha^{-1} de cebola extrai em torno de 40 kg de P . Todavia, esses valores de extração pela planta estão bem abaixo das doses utilizadas para a cultura.

Para o cultivo da cebola no Brasil existem, de acordo com as condições edafoclimáticas de cada região, variações nas recomendações de adubação entre os principais estados produtores. No Estado do Pernambuco recomenda-se a fertilização com 45 a 180 kg ha^{-1} de P_2O_5 (COSTA et al., 1998). Em Minas Gerais 50 a 300 kg ha^{-1} de P_2O_5 (RIBEIRO et al., 1999). Em São Paulo 90 a 300 kg ha^{-1} de P_2O_5 (RAIJ et al., 1996). Nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina 80 a 250 kg ha^{-1} de P_2O_5 (CQFS - RS/SC, 2004).

No Rio Grande do Norte, mesmo não havendo um boletim oficial para recomendar a adubação, a quantidade média de P_2O_5 aplicada pelos produtores é em torno de 130 a 180 kg ha^{-1} , sendo, na maior parte das propriedades, metade do adubo colocado em fundação e a outra parte em cobertura (via fertirrigação). As fertirrigações são diárias, com a utilização de fontes solúveis como o Fosfato Monoamônico (MAP) e/ou ácido fosfórico.

A fertilização da cebola deve se basear nos resultados da análise química do solo, que tem por objetivo completar a quantidade exigida pela cultura e melhorar a eficiência das adubações, visando alcançar uma melhor nutrição das plantas e,

consequentemente, influenciar no incremento da produtividade da cultura, bem como na melhoria da sanidade e na qualidade dos seus bulbos. Todavia, no Estado do RN a utilização de doses de fertilizantes químicos é realizada de forma já preestabelecida por muitos produtores, independentemente da fertilidade de seus solos, causando, muitas vezes, prejuízos econômicos e/ou ambientais, além de não explorarem o potencial produtivo da cultura. De acordo com Prado (2008), a dinâmica de absorção, do transporte e acúmulo dos nutrientes na planta, bem como as suas funções e os distúrbios que causam quando em quantidades deficientes ou excessivas, são aspectos que influenciam a fertilização dos cultivos.

De acordo com Santos (2007), a quantidade de nutrientes extraída pela cebola varia segundo a produtividade, a cultivar, tipo de solo, luz, temperatura, densidade de plantas, sistema de irrigação e presença de outros nutrientes, visto que certos elementos prontamente disponíveis podem ser absorvidos em quantidades que excedem as exigências metabólicas da planta. Logo, Segundo Malavolta et al. (1997), a melhor maneira de se verificar a demanda nutricional de uma planta é estudando o seu desempenho em seu local de produção. Assim, os experimentos de campo apresentam grande importância para o aumento na eficiência das adubações com maior proveito do adubo aplicado e menor custo de produção.

2.4 ADUBAÇÃO FOSFATADA EM CEBOLA

Apesar da baixa exigência, os teores de fósforo, bem como a velocidade do seu restabelecimento na solução do solo, não são suficientes para atender às necessidades das culturas, sendo a sua deficiência um dos maiores problemas para a produção em muitos solos tropicais. Como consequência desses fatos, o P é o nutriente que entra em maiores quantidades nas adubações. Dessa forma, a fertilização com esse elemento é geralmente recomendada nestes solos, pois esse mineral é essencial para o

desenvolvimento das raízes e, quando a disponibilidade é limitada, o crescimento das plantas é geralmente reduzido (RAIJ, 1991; COUTINHO et al., 1993).

Quando a planta de cebola está deficiente em fósforo suas folhas mais velhas mostram-se amareladas e secam facilmente, as intermediárias e as mais novas apresentam coloração verde-escura. Esse distúrbio nutricional também pode reduzir o crescimento das raízes e das folhas, o tamanho do bulbo, o rendimento e, ainda, retardar a maturação (EMBRAPA, 2008). De acordo com Brewster (1994), em solos que estão com baixa disponibilidade desse elemento, o crescimento e o rendimento dessa hortaliça podem ser reforçados pela aplicação de fósforo, uma vez que a cebola é mais susceptível a deficiências de nutrientes do que a maioria das culturas por causa do seu sistema radicular superficial e pouco ramificado. Portanto, a cultura exige e muitas vezes responde bem à adição de fertilizantes. Todavia, deve-se tomar muito cuidado com aplicações demasiadas de fertilizantes fosfatados, pois Malavolta (2006) afirma que os sintomas de excesso de fósforo nas plantas, em geral, não são visualizados, mas pode induzir deficiência de micronutrientes como cobre, ferro, manganês e zinco.

Dessa forma, Abdissa et al. (2011) ressaltam a necessidade de identificar o nível ótimo de fósforo para obter uma melhor produtividade nas áreas produtoras de cebola. A Embrapa (2008) recomenda para essa cultura a aplicação de 45 a 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para o Vale do São Francisco, Pernambuco, de acordo com a disponibilidade deste nutriente no solo.

Faria et al. (1977) estudando níveis de fósforo em cebola constataram que em solos do Vale do São Francisco com 10,5 mg dm⁻³ de fósforo disponível, houve aumento significativo na produção de bulbos com aplicação de adubos fosfatados. Por outro lado, em solos com teores desse nutriente acima de 20,3 mg dm⁻³ não houve ganho significativo com aplicação de fósforo. Costa et al. (2009) testando doses de fósforo em cultivares de cebola em cultivo orgânico também no Vale do São Francisco observaram que a dose de 71 kg ha⁻¹ de P₂O₅ proporcionou a maior massa fresca do bulbo comercial de cebola.

Lima et al. (1984) objetivando definir doses de máxima eficiência econômica (MEE) para a adubação nitrogenada e fosfatada na cultura da cebola, cv. Granex 33, instalaram dois experimentos, sendo o primeiro em um solo com 157 mg dm^{-3} de P_2O_5 e 3,5% de matéria orgânica (Local I), e o segundo em um solo com 57 mg dm^{-3} de P_2O_5 e 2,2% de matéria orgânica (Local II), testando quatro níveis de N e P_2O_5 (0, 50, 150 e 300 kg ha^{-1}). Esses autores verificaram no Local I uma MEE com $127,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de P_2O_5 sem aplicação de N e para o Local II com aplicação de 300 kg ha^{-1} de P_2O_5 e $145,1 \text{ kg ha}^{-1}$ de N.

Na Índia, Singh et al. (2000) alcançaram máximo crescimento da planta e produtividade na cultura da cebola, cv. 'Pusa Red', com a dose de 75 kg ha^{-1} de P_2O_5 . Nasreen et al. (2003) demonstraram em seus resultados, em Bangladesh, que 90 kg de P_2O_5 é o ideal para maximizar a produção de massa seca, maior tamanho do bulbo e, assim, aumentar a produção de cebola.

Deho et al. (2002) avaliaram diferentes níveis de NPK e encontraram 60 kg ha^{-1} de P_2O_5 como sendo a dose que proporcionou maior rendimento ($28,6 \text{ t ha}^{-1}$), diferentemente da indicada por Ghaffoor et al. (2003), que recomendaram a dose de 50 kg ha^{-1} de P para alcançar o maior rendimento ($13,20 \text{ t ha}^{-1}$) em solos de fertilidade moderada. Palacios (1978) verificaram que as doses de $80\text{-}150 \text{ kg ha}^{-1}$ de P deram bons resultados na região do "Bajío", e nos Estados de Morelos e Chihuahua, México, com rendimentos de 25 a 35 t ha^{-1} .

Para Carrijo (2011), a aplicação de uma parte desse nutriente em fertirrigação, na forma P-solúvel, pode aumentar significativamente a produtividade, comparativamente à aplicação de 100% do fósforo em pré-plantio. Essa afirmação é reforçada por Raij et al. (1996) que afirmam que a utilização de fosfatos solúveis em água constitui a forma mais satisfatória de suprir a necessidade das plantas. Contudo, estes mesmos autores ressaltam a necessidade de adubações além das quantidades requeridas pelas plantas por perdas para o solo.

2.5 FERTIRRIGAÇÃO EM CEBOLA

A utilização do sistema de irrigação como condutor e distribuidor de adubos juntamente com a água de irrigação é conhecida como fertirrigação. Não só adubos são aplicados por meio da água de irrigação, mas também inseticidas, fungicidas, herbicidas e reguladores de crescimento, prática conhecida como quimigação.

Entre as vantagens proporcionadas pela fertirrigação, pode-se destacar a aplicação diária de fertilizantes via água de irrigação, tornando o processo de absorção de nutrientes pela planta mais eficiente haja vista que os mesmos são aplicados nos locais de maior absorção e prontamente acessíveis às plantas (AGUIAR NETO et al., 2014), sendo uma das principais práticas responsáveis pela obtenção de altas produtividades nos países em que a agricultura irrigada é desenvolvida.

Comparando o sistema de irrigação por sulco e gotejamento no Rio Arkansas, Vale do Colorado, Halvorson (2008) constatou que a cebola conduzida com irrigação por gotejamento proporcionou maior número de bulbos comerciais grandes, produção 20% maior que a cebola conduzida com irrigação por sulco e economia de 64% do consumo de água.

Na Região Nordeste do Brasil a quase totalidade das regiões produtoras de cebola aplicam adubos de forma convencional. No entanto, em Mossoró a técnica de fertirrigação é bem desenvolvida devido ao aproveitamento da estrutura empregada na fruticultura. 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.

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-se ao sistema de irrigação empregado pelas duas regiões. Em Petrolina a irrigação foi por microaspersão e a adubação de cobertura foi parcelada em quatro aplicações aos 20, 30, 40 e 50 dias após o transplantio. Em Baraúna utilizou-se irrigação por gotejamento e fertirrigação dos 12 aos 60 dias após o transplantio (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. Vale ressaltar que o fósforo solúvel presente em quantidades adequadas no solo “estimula” a absorção de nitrogênio pelas plantas (TRANI et al., 2014).

Diversos fertilizantes podem ser utilizados para a fertirrigação, mas os adubos fosfatados (superfosfato simples, superfosfato triplo e o monofosfato de amônio) podem causar obstruções de emissores e incrustações nas canalizações, principalmente quando a água é alcalina. Para Foratto et al. (2007), a solução desse problema pode estar na utilização do ácido fosfórico como fonte de fósforo, que também é vantajoso economicamente, pois, em irrigação localizada, geralmente é utilizado o monofosfato de amônio purificado, que possui maior preço.

Os entupimentos causados por sólidos em suspensão ou por precipitações dos adubos fosfatados convencionais diminuem a eficiência do sistema de irrigação. Porém, Villas Bôas et al. (1999) atentam para os danos que o ácido fosfórico poderá causar no sistema de irrigação, quando utilizado indiscriminadamente e sem manejo adequado, causando corrosão em peças metálicas. Além disto, estes autores chamam a atenção para a utilização desse ácido, fazendo-se necessário o seu estudo no solo e a sua influência sobre o desempenho das culturas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi desenvolvido no período de abril a setembro de 2013, na Fazenda Experimental Rafael Fernandes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada no distrito de Lagoinha, zona rural do Município de Mossoró-RN, situado à latitude de 5°03'37" sul, longitude de 37°23'50" a oeste de Greenwich e altitude aproximada de 72 m. 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, cujos valores são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização química do solo da área experimental antes do plantio com cebola. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

pH	MO	P ¹	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	(H+Al)	SB	CTC	V
	g kg ⁻¹	-----mg dm ⁻³ -----					-----cmol _c dm ⁻³ -----				%
7,77	3,82	10,6	107,7	23,0	1,55	0,12	0,00	0,00	2,05	2,05	100

1 – extrator Melich 1.

A água utilizada na irrigação foi oriunda de um poço tubular profundo, do aquífero arenito Açú e suas características estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2 - Caracterização química da água de irrigação. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

pH	CE	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Cl ⁻	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	RAS
	dSm ⁻¹	-----mmol _c .L ⁻¹ -----							mgL ⁻¹
8,2	0,55	0,53	2,37	2,07	1,35	2,20	1,60	7,90	1,8

Segundo classificação de Thornthwaite, o clima local é DdAa', ou seja, semiárido, megatérmico e com pequeno ou nenhum excesso d'água durante o ano, e de acordo com Köppen é BSw'h', seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que geralmente compreende o período de junho a janeiro e uma chuvosa, entre os meses de fevereiro e maio (CARMO FILHO et al., 1991). Durante a condução do experimento, a temperatura máxima registrada foi de 28,74 e a mínima de 22,85 °C. A umidade relativa teve média de 64,52%.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado 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 fosfatada recomendada para cebola por Costa et al. (1998) para o Estado de Pernambuco, correspondendo a uma adubação com 0,00; 33,75; 67,50; 101,25; 135,00 e 168,75 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente. Para tanto, foi considerada a soma da adubação de plantio com a adubação de cobertura.

Cada unidade experimental se constituiu 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 3,0 m². Utilizou-se, como área útil, 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) e especificidade do experimento. A adubação de fundação foi

apenas com fósforo, utilizando-se metade da dose recomendada para cada tratamento, empregando-se como fonte o 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 L h⁻¹, distanciados 0,20 m entre si. As irrigações foram realizadas diariamente, com base na evapotranspiração da cultura (ETc) estimada multiplicando-se a evapotranspiração de referência (ETo) pelo coeficiente de cultura (Kc) nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura (Tabela 3).

Tabela 3 - Coeficiente de cultura (Kc) de cebola, em diferentes estádios de desenvolvimento para irrigação por gotejamento.

Estádios	Coeficiente de cultura (Kc)
Inicial (I)	0,70 – 0,80
Vegetativo (II)	0,75 – 0,85
Formação de bulbos (III)	0,90 – 1,00
Maturação (IV)	0,60 – 0,70

Fonte: Pinto et al. (2007).

A adubação de cobertura foi realizada diariamente via água de irrigação, utilizando-se tanque de derivação produzido com tubo de PVC (Figura 1). As fertirrigações foram iniciadas aos 10 dias após o transplantio (DAT) estendendo-se até os 70 DAT, sendo sua distribuição, ao longo do ciclo, estabelecida a partir da marcha de absorção de nutrientes pela cultura da cebola (Tabela 4).



Figura 1 - Tanque de derivação de fluxo de PVC (“pulmão”). Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Foram utilizados $135,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, 135 kg ha^{-1} de K_2O e a outra metade das doses de fósforo, diferenciadas em cada tratamento. Como fontes foram utilizadas a uréia, sulfato de amônio, cloreto de potássio e ácido fosfórico.

Tabela 4 - Distribuição percentual de nitrogênio, fósforo e potássio ao longo do ciclo da cebola. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

DAT	N (%)	P (%)	K (%)
10 – 20	9,0	0,0	9,0
21 – 30	15,0	0,0	15,0
31 – 40	25,0	30,0	20,0
41 – 50	35,0	45,0	30,0
51 – 60	10,0	20,0	20,0
61 – 70	6,0	5,0	6,0

Adaptado de Marrocos et al. (2009).

As mudas foram produzidas em sementeiras, com dimensões de 1 m de largura e 0,20 m de altura, utilizando-se 10 g m⁻² de semente para semeadura em sulcos transversais ao comprimento do canteiro, com profundidade de 0,01 m e distância entre sulcos de 0,10 m. O transplantio foi realizado 53 dias após a semeadura quando as mudas atingiram 15 a 20 cm de altura.

A cultivar utilizada foi a Vale Ouro IPA 11, uma das mais cultivadas na região, que se caracteriza por apresentar plantas com folhagem vigorosa, moderadamente ereta, de cor verde escuro e muito cerosa. Os bulbos são de formato globular-alongado, de conformação simétrica, casca fina e coloração amarela intermediária. Em condições de campo, esta cultivar tem apresentado ótimo desempenho agrônômico, caracterizando-se ainda por apresentar elevado nível de resistência genética ao mal-de-sete-voltas (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) e moderada tolerância ao tripses (*Thrips tabaci*), uma capacidade produtiva superior a 30 t ha⁻¹ e com boa conservação pós-colheita. O ciclo, após o transplante, é de aproximadamente 90 dias, apresentando melhor desempenho nas semeaduras realizadas no período de janeiro a julho (COSTA et al., 2002; EMBRAPA, 2007).

Visando a prevenção e controle de doenças como mancha púrpura, foram realizadas cinco pulverizações, com intervalos de sete dias, com produto a base de

Difenoconazol (Score®, 0,15 mL L⁻¹) e uma pulverização com produto a base de Mancozeb (Manzate®, 2,5 g L⁻¹). O controle de pragas, como tripes e/ou ácaros foi efetuado mediante pulverizações alternadas em intervalos de quinze dias com produto a 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 com enxada entre os canteiros e, sempre que necessário, manualmente entre as fileiras de plantas nos canteiros.

A colheita foi realizada no dia 12 de setembro/2013, com 161 dias após a semeadura (DAS), quando aproximadamente 70% das plantas estavam tombadas. Após a colheita, os bulbos permaneceram no campo por cinco dias, realizando-se o processo de cura ao sol, tendo sempre o cuidado de acomodar os bulbos de modo a facilitar o movimento do ar que contribui para uma secagem mais rápida das camadas mais externas. Em seguida foi realizado o toalete, que consistiu na retirada das raízes e folhas, sendo, posteriormente, levadas ao Laboratório de Recepção, do Departamento de Ciências Vegetais da UFERSA, onde permaneceram por cinco dias para completar o processo de cura à sombra.

3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

- Massa seca da planta (g planta⁻¹): foram amostradas, por parcela, dez plantas no momento da colheita dos bulbos. Para tanto, cada órgão foi lavado e colocado separadamente, as folhas em saco de papel e os bulbos em bandeja tipo “marmitex”, sendo estes cortados para acelerar o processo de secagem e em seguida levados para secagem em estufa com circulação forçada de ar a temperatura de 65 °C, até que atingissem massa constante, onde foram mensuradas suas respectivas massas. Em seguida, as amostras foram processadas em moinho e acondicionadas em recipientes fechados. A massa seca total da planta foi determinada pela soma das massas secas do bulbo e da parte aérea;

- Teor de P na folha (g kg^{-1}): Para a determinação do teor de fósforo foliar, foi coletada a folha mais alta de 15 plantas da área útil da parcela aos 45 dias após o transplante. As amostras foram lavadas em água destilada e, posteriormente, secas em estufa com ventilação forçada, a $65\text{ }^{\circ}\text{C}$, até atingir massa constante. Após a secagem, as amostras foram moídas;

- Produtividade de bulbos comerciais (t ha^{-1}): obtida pelo peso total de bulbos com diâmetro $> 35\text{ mm}$;

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

- Produtividade total de bulbos (t ha^{-1}): Obtida por meio da massa total de bulbos colhidos na área útil da parcela;

- Classificação comercial de bulbos: Classificou-se em função do diâmetro transversal, segundo as normas do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 1995) em:

Classe 1 (refugo): Bulbos com diâmetro $< 35\text{ mm}$;

Classe 2: Bulbos com diâmetro $35 - 50\text{ mm}$;

Classe 3: Bulbos com diâmetro $50 - 75\text{ mm}$;

Classe 4: Bulbos com diâmetro $75 - 90\text{ mm}$;

Classe 5: Bulbos com diâmetro $> 90\text{ mm}$.

- Diâmetro longitudinal (DL): foram amostrados 10 bulbos e mensurados, por meio de um paquímetro digital, o comprimento dos bulbos;

- Diâmetro transversal (DT): foram amostrados 10 bulbos e mensurados, por meio de um paquímetro digital, a largura dos bulbos;

- Relação de formato de bulbo (DL/DT): dividiu-se o comprimento pela largura para encontrar a relação de formato do bulbo;

Para as avaliações de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, pungência e pH foram utilizadas seis bulbos por parcela. Para a extração do

suco, os bulbos foram triturados em multiprocessador doméstico e filtrados em funil utilizando papel filtro.

- Sólidos solúveis (°Brix): determinado 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);
- 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 foi determinada de acordo com o indicado pelo “VLI Sweet Index” (VIDALIALABS, 2004), em função da atividade da aliinase, a qual é expressa em mmoles de ácido pirúvico 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 $\mu\text{moles g}^{-1}$);
- pH: Com base na recomendação pela AOAC (2000).
- Indicadores econômicos: Determinou-se a análise econômica por meio de custo, receita e produção comercial. A renda bruta (RB) foi calculada considerando a produtividade comercial estimada (PC) e o preço do quilo da cebola pago na região. Na propriedade rural, o valor pago por 1 kg de cebola foi cotado a R\$ 1,00 em Julho de 2013. A renda líquida (RL) foi encontrada pela diferença entre a renda bruta 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 e Baraúna-RN e do experimento na época de cultivo em cada tratamento. Apenas os adubos fosfatados (superfosfato

triplo e ácido fosfórico), cotados na época a R\$ 1,35 e R\$ 1,92 o quilo, respectivamente, sofreram alterações 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 a renda bruta e os custos de produção, correspondendo a quantos reais são obtidos para cada real aplicado nos custos de produção do tratamento avaliado. O Índice de lucratividade (IL) foi calculado através da relação entre renda líquida e a renda bruta, expresso em porcentagem (PEREIRA et al., 1985).

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o software SISVAR v5.3 (FERREIRA, 2007). Quando os dados foram significativos realizou-se a análise de regressão e os modelos foram escolhidos com base na significância, adotando-se o nível de 1% de probabilidade e nos coeficientes de determinação (R^2).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO

Verificou-se, através da análise de variância, efeito significativo das doses de fósforo apenas para as características de massa seca da planta (MSP), teor de fósforo na folha (TF), produtividade comercial (PC) e produtividade total (PT) (Tabela 5).

Tabela 5 – Valor do quadrado médio da análise de variância para massa seca da planta (MSP), teor de P na folha (TF), produtividade comercial (PC), produtividade não comercial (PNC), produtividade total (PT), porcentagem de bulbos nas diferentes classes (Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), relação entre o diâmetro longitudinal e o transversal (DL/DT), pungência (PG), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável (SS/AT) e potencial Hidrogeniônico (pH) em função das doses de fósforo aplicadas em cebola, cv. IPA 11. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Fonte de variação	GL	MSP	TF	PC	PNC	PT
Doses	5	6,839 ^{**}	0,896 ^{**}	68,054 ^{**}	0,347 ^{ns}	60,737 ^{**}
Bloco	3	0,183 ^{ns}	0,158 ^{ns}	7,136 ^{ns}	0,448 ^{ns}	5,347 ^{ns}
CV (%)		3,53	8,08	4,48	105,52	4,61
Fonte de variação	GL	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	
Doses	5	3,141 ^{ns}	42,775 ^{ns}	18,662 ^{ns}	40,933 ^{ns}	
Bloco	3	3,355 ^{ns}	69,413 ^{ns}	11,084 ^{ns}	47,478 ^{ns}	
CV (%)		120,70	22,06	9,74	81,59	
Fonte de variação	GL	DL	DT	DL/DT	PG	
Doses	5	4,556 ^{ns}	7,929 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,926 ^{ns}	
Bloco	3	7,348 ^{ns}	6,205 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,395 ^{ns}	
CV (%)		5,18	4,58	4,91	16,63	
Fonte de variação	GL	SS	AT	SS/AT	pH	
Doses	5	0,160 ^{ns}	0,178 ^{ns}	0,144 ^{ns}	0,001 ^{ns}	
Bloco	3	0,205 ^{ns}	0,223 ^{ns}	0,493 ^{ns}	0,006 ^{ns}	
CV (%)		10,00	7,05	26,06	0,77	

^{n.s} não significativas; ^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01).

As médias da massa seca da planta (MSP), em função das doses de fósforo, ajustaram-se ao modelo de regressão quadrático, com mínimo estimado (9,09 g planta⁻¹) reportado na ausência da adubação fosfatada e máximo estimado (12,31 g planta⁻¹) obtido com a dose de 136,77 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Os incrementos observados foram na ordem de 13,97; 9,94; 5,88 e 2,07% para as doses subsequentes de 33,75; 67,50; 101,25 e 135,00 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente. Quando houve o aumento para 168,75 kg ha⁻¹ de P₂O₅ observou-se uma redução de 1,63% (Figura 2).

Os acréscimos verificados na MSP estão, possivelmente, relacionados com o aumento na absorção de fósforo pela planta em detrimento do maior fornecimento deste mineral, já que, de acordo com a Embrapa (2008), a quantidade de nutrientes absorvida por uma cultura é função da concentração do nutriente na massa seca e da produção de massa seca de cada órgão da planta por unidade de área. Segundo Vidigal et al. (2002), a absorção de nutrientes pela cebola acompanha a curva de acúmulo de massa seca. Dessa forma, pode-se inferir que o aumento na MSP acompanhou a curva de absorção de P até atingir o ponto de saturação deste mineral na planta.

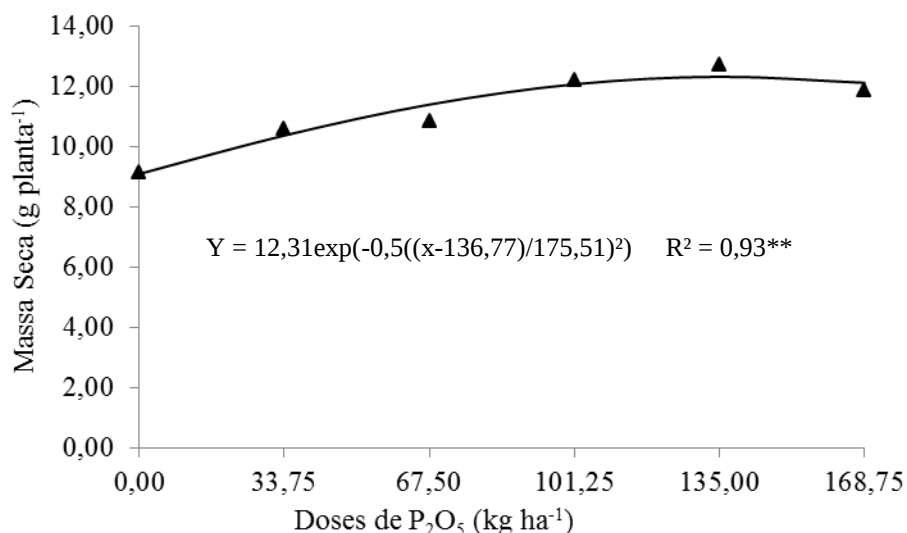


Figura 2 - Massa seca da planta em função das doses de fósforo aplicadas em cebola, cv. IPA 11. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

A redução verificada na MSP, possivelmente, é devido ao excesso de fósforo presente na folha. Conforme Marschner (1995), altas concentrações de fósforo podem diminuir a fotossíntese devido à exportação excessiva de triose-P da mitocôndria para o citossol, o que prejudica a regeneração da rubisco e, por conseguinte, a fixação de CO₂ no processo fotossintético. Resultado semelhante foi obtido por Mota et al. (2003) em plantas de alface que observaram decréscimos na massa seca das plantas com doses acima de 672 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Na Etiópia, Simon et al. (2014) estudaram, em um solo franco-arenoso, a interação entre três variedades de cebola (Adama Red, Red Bombay e Nafis) e quatro níveis de adubação com nitrogênio e fósforo (0, 23, 46 e 69 kg ha⁻¹ de N e P₂O₅), encontrando efeito significativo do fósforo sobre o teor médio de massa seca, observando máximo valor quando se aplicou a maior dose de fósforo e mínimo valor na ausência de fertilização fosfatada. Esses autores, diferentemente do citado neste presente estudo, não evidenciaram queda na MSP. Todavia, a maior aplicação de

fósforo testada por eles foi bem abaixo da reportada neste trabalho, sendo esse, possivelmente, o motivo responsável pela não redução da massa seca da planta.

Em Bangladesh, Nasreen et al. (2003), também encontraram influência da adubação com fósforo na MSP e destacaram a dose de 90 kg ha^{-1} de P_2O_5 como sendo a ideal para maximizar a produção de massa seca em cebola. Esses resultados diferem dos obtidos por Tekalign et al. (2012), que em um solo com teor adequado de fósforo, não encontraram resposta da adubação com esse mineral para o teor de massa seca da planta de cebola. Trani et al. (2014) afirmam que os maiores incrementos na massa seca da folha e do bulbo de cebola apresentam diferenças marcantes entre regiões, sistemas de produção e materiais genéticos.

O teor de fósforo na folha diagnóstica, em relação às doses de P, ajustou-se ao modelo de regressão quadrático, observando-se um valor de $5,36 \text{ g kg}^{-1}$ encontrado na ausência da adubação fosfatada (Figura 3). O máximo estimado foi de $6,34 \text{ g kg}^{-1}$ alcançado com $70,88 \text{ kg ha}^{-1}$ de P_2O_5 , correspondendo a um incremento de 15,5% quando comparado ao tratamento sem a aplicação de fósforo. A partir desse ponto, notou-se uma diminuição no valor desta característica, atingindo na dose de $168,75 \text{ kg ha}^{-1}$ de P_2O_5 um mínimo estimado de $4,97 \text{ g kg}^{-1}$, o que equivale a uma redução de 21,6% (Figura 3).

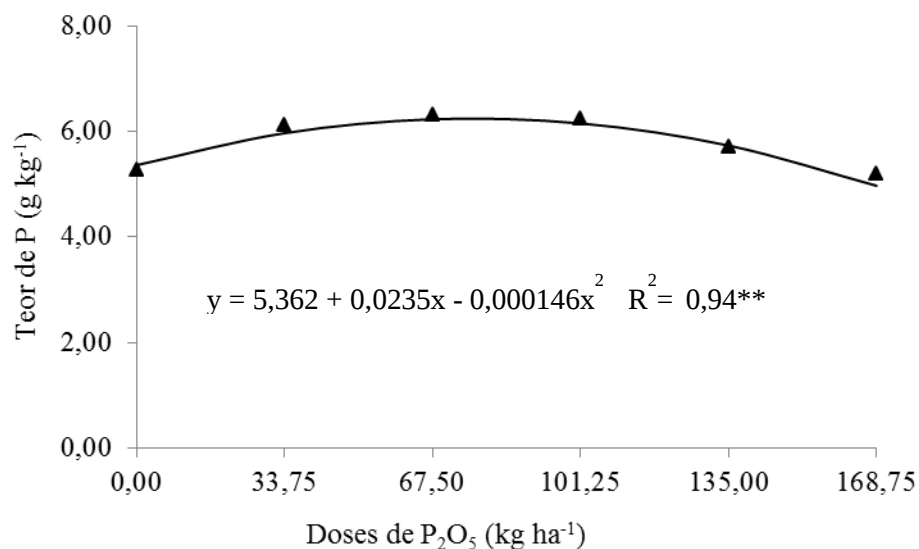


Figura 3 - Teor foliar de fósforo aos 45 dias após o transplântio (DAT) em função das doses de fósforo aplicadas em cebola, cv. IPA 11. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Os valores reportados no presente trabalho são superiores aos observados por Silva et al. (2012) que, em condições semelhantes de solo, verificaram valores médios situando-se entre 4 e 5 g kg⁻¹. A Embrapa (2008) considera 3 g kg⁻¹ como o ideal e Trani et al. (2014) citam a faixa de 2 a 5 g kg⁻¹ de P na folha como sendo o teor adequado para um bom crescimento da cebola. Todavia, Silva (2013), trabalhando com alface, afirma que esses valores são apenas indicações gerais, pois a interação planta/ambiente poderá influenciar os teores, aumentando-os ou diminuindo-os.

O adequado teor de fósforo encontrado na folha diagnóstica, mesmo na ausência da adubação fosfatada, comprova a eficiência na absorção desse nutriente pela cebola. A consequente queda nos teores de P foliar ocorreu, provavelmente, devido ao efeito da diluição da concentração do fósforo nas folhas causada pelo crescimento da planta e, principalmente, devido à bulbificação, já que o período em que foi feita a coleta da folha, realizada aos 45 DAT, é o início desse processo, sendo este o período de maior exigência nutricional da cultura. Silva (2013) verificou efeito semelhante para a alface,

observando que doses maiores de P_2O_5 proporcionaram reduções no teor de P foliar, com valor muito próximo ao verificado sem adubação fosfatada.

Observa-se, assim, que a concentração de P encontrada no solo garantiu à planta de cebola uma boa absorção desse nutriente, devido, possivelmente, à concentração de matéria orgânica presente no solo (Tabela 1), já que esta característica afeta diretamente a disponibilidade de P. Esta justificativa é reforçada por Haynes (1984), onde afirma que o solo adsorve ácidos orgânicos com grande energia, competindo com os sítios de adsorção de fósforo, aumentando sua disponibilidade às plantas. Para Sá et al. (2010), outro aspecto importante sobre a disponibilidade do fósforo é a atividade da enzima fosfatase, principalmente na rizosfera, devido seu papel sobre a degradação dos compostos orgânicos fosfatados, liberando o fosfato de forma mais rápida para a solução do solo.

A produtividade comercial (PC) (Figura 4) e total (PT) (Figura 5) apresentaram efeito quadrático em resposta a adubação fosfatada verificando-se, em ambos os casos, maior produtividade na dose máxima ($168,75 \text{ kg ha}^{-1}$ de P_2O_5), com valores estimados em $48,62$ e $48,88 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente. A PC foi superior à encontrada por Costa et al. (2008), onde observaram uma máxima produtividade comercial de $38,3 \text{ t ha}^{-1}$. A PT foi superior à média nacional ($23,9 \text{ t ha}^{-1}$), da Região Nordeste ($22,4 \text{ t ha}^{-1}$) e à média do Estado do Rio Grande do Norte, que é de $39,9 \text{ t ha}^{-1}$ (PAM, 2011).

Alguns fatores contribuíram para a obtenção das produtividades verificadas neste trabalho, principalmente as condições climáticas favoráveis ao longo da condução do experimento, o uso da fertirrigação disponibilizando diariamente os nutrientes às plantas, a baixa incidência de pragas e doenças, o controle das plantas daninhas e o uso de cultivar adaptada à região.

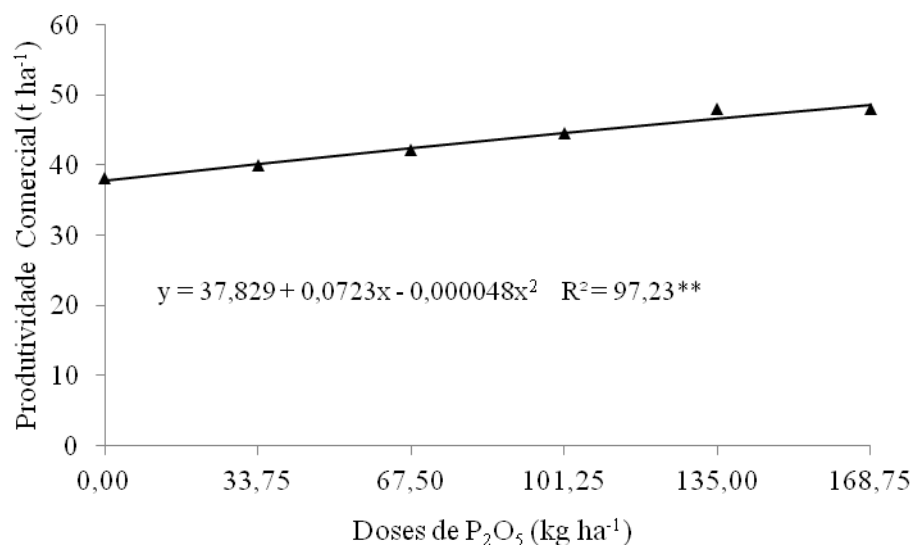


Figura 4 - Produtividade comercial em função das doses de fósforo aplicadas em cebola, cv. IPA 11. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

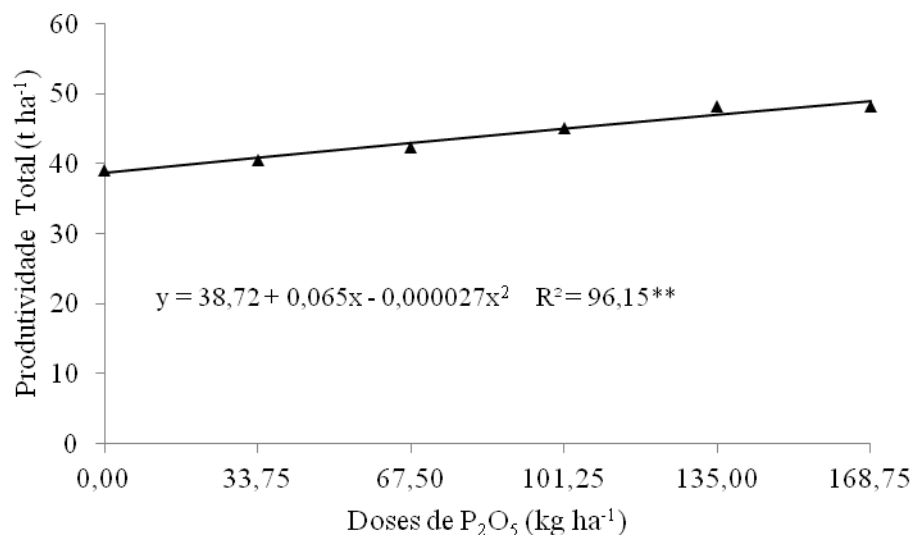


Figura 5 - Produtividade total em função das doses de fósforo aplicadas em cebola, cv. IPA 11. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

A menor PC e PT foram obtidas na ausência da adubação fosfatada, com valores estimados em 37,83 e 38,72 t ha⁻¹, respectivamente. Comparando-se as maiores e menores produtividades alcançadas neste trabalho, nota-se um incremento médio de 22,19% na produtividade comercial e de 20,79% na produtividade total, o que corresponde a 10,79 e 10,16 t ha⁻¹, respectivamente. A alta produtividade alcançada sem a aplicação de fósforo deve-se, provavelmente, à textura arenosa e ao pH do solo, pois quando não há limitação do pH os solos arenosos apresentam maior teor de fósforo em solução, quando comparados com solos argilosos, que apresentam comportamento inverso (CORRÊA et al., 2011). Além disso, o simples fato da presença de matéria orgânica disponibiliza o fósforo em fosfatos insolúveis, provavelmente pela atividade microbiana saprofítica (BRANCO et al., 2001), favorecendo, assim, a mineralização do fósforo orgânico tornando-o disponível para as plantas.

Mesmo assim, o incremento observado com o aumento da menor para a maior dose de fósforo demonstra um aumento significativo na produtividade da cebola confirmando a boa resposta dessa hortaliça à aplicação desse mineral, corroborando com Fonseca et al. (2011) e Abdissa et al. (2011). Büll et al. (2008) afirmam que a produção de bulbos de alho foi positivamente influenciada pela adubação fosfatada, onde as maiores produções foram obtidas com a dose mais elevada de P₂O₅. Já Simon et al. (2014), em um solo franco-arenoso da Etiópia, não verificaram efeito do fósforo na produtividade comercial. No entanto, os autores destacam que a menor média de rendimento comercial (11,79 t ha⁻¹) foi obtida na dose de 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅, enquanto que a máxima (14,70 t ha⁻¹) foi alcançada na dose de 46 kg de P₂O₅ ha⁻¹.

Esses resultados sustentam as afirmações de diferentes autores que relatam que o P contribui marcadamente para uma melhor produtividade da cultura (FONSECA et al., 2011; ABDISSA et al., 2011). Segundo Medeiros et al. (2012), esse mineral age na colheita como fator de quantidade e qualidade, isto é, contribui para uma maior e melhor produção. No entanto, Raij (1991) afirma que a dose ideal desse nutriente pode

variar, já que a resposta ao fósforo é variável de cultura para cultura, ou mesmo entre cultivares da mesma espécie, sendo umas mais eficientes que outras na sua absorção.

Costa et al. (2009) relataram resposta à aplicação de fósforo na cultura da cebola até a dose de 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅, alcançando produtividade de 33,4 t ha⁻¹. Hernández et al. (2011) reportaram na dose de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅, rendimento estimado de 31,6 t ha⁻¹. Na Índia, Singh et al. (2000) alcançaram máxima produtividade na cultura da cebola com a dose de 75 kg de P₂O₅ ha⁻¹.

Observou-se a maior porcentagem de bulbos (2,67%) da Classe 1 (refugo) na ausência da adubação fosfatada (Figura 6), apresentando, à medida que se aumentava a dose de P₂O₅, um decréscimo na porcentagem de bulbo refugo, encontrando-se um menor valor (0,36%) com a dose máxima de P₂O₅. Com relação à classe 3 observou-se uma oscilação entre os tratamentos, apresentando menor (69,46%) e maior (75,96%) quando se aplicou 33,75 e 135,00 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente. Assim, pode-se afirmar que, mesmo não diferenciando estatisticamente, a adubação fosfatada apresentou influência na melhor classificação dos bulbos.

De acordo com Baier et al. (2009), a classificação dos bulbos segundo o tamanho é um indicador qualitativo da produtividade alcançada. Aguiar Neto et al. (2014) afirmam que na Região Nordeste a produtividade do refugo jamais ficou acima de 7 t ha⁻¹ e sempre foi muito abaixo da produção comercial.

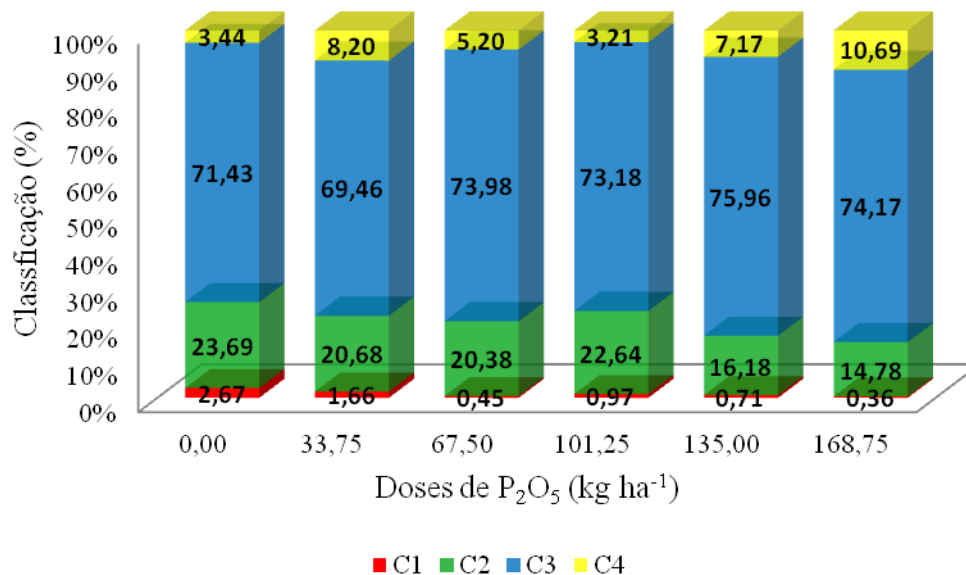


Figura 6 - Porcentagem de bulbos nas diferentes classes em função das doses de fósforo aplicadas em cebola, cv. IPA 11. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

4.2 CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE

Com relação aos dados de qualidade, não se verificou efeito significativo das doses de fósforo para nenhuma característica avaliada (Tabela 5). Outros trabalhos também não verificaram influência da adubação fosfatada para a pungência (TEKALIGN et al., 2012). Fonseca et al. (2011) não observaram diferença significativa entre os níveis de fósforo para sólidos solúveis. Hernández et al. (2011) não encontraram efeito da adubação com NPK sobre as características de pH e teor de sólidos solúveis.

Tabela 6 - Valor médio do diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), relação entre o diâmetro longitudinal e diâmetro transversal (DL/DT)), pungência (PG), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) e potencial Hidrogeniônico (pH) em função das doses de fósforo aplicadas em cebola, cv. IPA 11. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Doses (kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)	DL	DT	DL/DT	PG	SS	AT	SS/AT	pH
0,00	56,08	67,89	0,83	6,72	10,35	3,93	2,65	5,46
33,75	56,73	68,89	0,83	7,55	10,43	4,29	2,43	5,51
67,50	54,31	65,15	0,84	7,60	10,55	3,93	2,74	5,47
101,25	56,01	66,42	0,85	7,02	10,60	4,42	2,41	5,48
135,00	54,84	67,16	0,82	6,48	10,05	4,29	2,35	5,49
168,75	57,05	65,63	0,87	7,53	10,28	4,29	2,39	5,48

Segundo Carvalho (1980) os valores dos sólidos solúveis em cebolas podem oscilar de 5 a 20%. Assim, a média observada neste trabalho está dentro dessa variação. De acordo com Oliveira (2004), esta é uma característica intrínseca de cada cultivar, mas que pode variar com as condições edafoclimáticas do local de cultivo e com o manejo da lavoura.

Com base na classificação da pungência proposta por Vidalialabs (2004), os resultados encontrados com a cultivar IPA 11 a classifica como de pungência muito forte. Segundo Souza et al. (2008) existe no mercado uma preferência para o 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).

4.3 INDICADORES ECONÔMICOS

Devido às curvas de resposta da cebola para a produtividade comercial (PC) de bulbos em função das doses de fósforo terem se ajustado melhor ao modelo de

regressão quadrático (Figura 4), apresentando maior PC (48,62 kg ha⁻¹) na dose máxima (168,75 kg ha⁻¹ de P₂O₅), os dados econômicos em estudo demonstraram incremento nos valores das variáveis analisadas em resposta ao aumento das doses de fósforo (Tabela 7).

Tabela 7 - Produtividade comercial (PC), custos de produção (CP), renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) em função das doses de fósforo aplicadas em cebola, cv. IPA 11. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Doses (kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)	PC (t ha ⁻¹)	CP	RB	RL	TR	IL (%)
R\$ ha ⁻¹						
0	37,83	10402,00	37829,00	27427,00	3,64	72,50
33,75	40,22	10529,57	40217,90	29688,33	3,82	73,82
67,50	42,49	10657,14	42490,55	31833,41	3,99	74,92
101,25	44,69	10784,71	44691,70	33906,99	4,14	75,87
135,00	46,71	10912,28	46714,70	35802,42	4,28	76,64
168,75	48,62	11039,85	48620,65	37580,80	4,40	77,29
168,75 ¹	48,62	11039,85	48620,65	37580,80	4,40	77,29
86,63 ²	43,73	10729,33	43731,80	33002,47	4,08	75,47

¹Dose estimada que proporcionou a produtividade comercial máxima;

²Dose estimada para a máxima eficiência técnica (dose estimada que proporcionou 90% da produtividade comercial máxima de bulbos).

Os custos de produção (CP) apresentaram uma diferença de R\$ 127,57 entre os tratamentos subsequentes, provocada pelas variações nas doses de fósforo. A renda líquida mostrou-se positiva para todos os tratamentos, sendo que as doses de fósforo que proporcionaram as produtividades máximas comerciais foram também responsáveis pelas maiores rendas bruta e líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade com valores, respectivamente, de R\$ 48620,65; R\$ 37580,80; 4,40 e 77,29%, correspondendo a uma produtividade de 48,62 t ha⁻¹ de bulbos comerciais (Tabela 7). No entanto, na dose de 86,63 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (dose de máxima eficiência técnica - MET) a RB, RL, TR e IL apresentaram, respectivamente, valores de R\$

43731,80; R\$ 33002,47; 4,08 e 75,47% alcançados na produtividade comercial de 43,73 t ha⁻¹. De acordo com Lobato (1982), a dose ótima econômica para o fósforo proporciona a obtenção de 80 a 95% da produtividade máxima obtida.

A redução da adubação fosfatada de 168,75 (dose máxima) para 86,63 kg ha⁻¹ de P₂O₅ corresponde a uma queda de 10,06% na produtividade comercial de bulbos. Para a obtenção da maior receita líquida, comparando-se com a dose de MET, o produtor teria que investir nos custos de produção R\$ 310,52 ha⁻¹ a mais com adubos fosfatados. Sendo assim, o uso da dose de MET é mais interessante, pois é mais seguro ambientalmente, uma vez que se usam menos adubos químicos e, também, mais seguro sob o ponto de vista econômico, já que há menor risco devido ao menor investimento com adubos fosfatados, bem como a pequena queda observada na produtividade comercial. A diferença de investimento citada anteriormente pode não parecer relevante quando se considera para 1,0 ha, mas torna-se considerável a depender da condição e da estrutura de cultivo de cada propriedade.

A ausência da adubação fosfatada apresentou menor RB, RL, TR e IL com valores de R\$ 37829,00; R\$ 27427,00; 3,64 e 72,5%, respectivamente, para uma produtividade comercial de 37,83 t ha⁻¹. Como observado, mesmo sem a aplicação de fósforo a renda líquida foi alta, reflexo da alta produtividade comercial alcançada e do preço pago na época da colheita.

Em estudo com a variedade de cebola Texas Early Grano, utilizando níveis de fósforo em função da produtividade, Fonseca et al. (2011) obtiveram os melhores resultados com a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e a dose ótima econômica de 110 kg ha⁻¹ de P₂O₅, nas condições da província de Granma, em Cuba.

5 CONCLUSÕES

A aplicação de fósforo não influenciou significativamente as características de qualidade da cebola.

A dose de 168,75 kg ha⁻¹ de P₂O₅ proporcionou a maior produtividade comercial, renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade.

A máxima eficiência técnica para a cultivar IPA 11 foi obtida na dose de 86,63 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

REFERÊNCIAS

ABDISSA, Y.; TEKALIGN, T.; PANT, L. M. Growth, bulb yield and quality of onion (*Allium cepa* L.) as influenced by nitrogen and phosphorus fertilization on vertisol I. growth attributes, biomass production and bulb yield. **African Journal of Agricultural Research**, v.6, n.14, p.3252-3258, 2011.

AGUIAR NETO, P.; GRANGEIRO, L. C.; MENDES, A. M. S.; COSTA, N. D.; MARROCOS, S. T. P.; SOUSA, V. F. L. Crescimento e acúmulo de macronutrientes na cultura da cebola em Baraúna (RN) e Petrolina (PE). **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.18, n.4, p.370-380, 2014.

ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. T. Fósforo. In: FERNANDES, M. S. (org.). **Nutrição de Plantas**. 1ed. Viçosa: SBCS, v.1, p.253-280, 2006.

ARAUJO, F. F. Disponibilização de fósforo, correção do solo, teores foliares e rendimento de milho após a incorporação de fosfatos e lodo de curtume natural e compostado. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.33, n.2, p.355-360, 2011.

AOAC. International/Dr Willian HORWITZ, W. (ed)-17. ed. Maryland: AOAC international, 2000.

BAHIA FILHO, A. F. C.; BRAGA, J. M.; RESENDE, M.; RIBEIRO, A. C. Relação entre adsorção de fósforo e componentes mineralógicos da fração argila de latossolos do planalto central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.7, p.221-226, 1983.

BAIER, J. E.; RESENDE, J. T. V.; GALVÃO, A. G.; BATTISTELLI, G. M.; MACHADO, M. M.; FARIA, M. V. Produtividade e rendimento comercial de bulbos de cebola em função da densidade de cultivo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.2, p.496-501, 2009.

BRANCO, S. M.; MURGEL, P. H.; CAVINATTO, V. M. Compostagem: Solubilização biológica de rocha fosfática na produção de fertilizante organomineral. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.6, n.3, p.115-122, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 1995. 1 set. Seção 1, 13513p.

BREWSTER, J. L. Onions and other vegetable Alliums. Wallingford: UK.CAB International. 236p. 1994.

BROGGI, F. **Adsorção e disponibilidade de fósforo em solos com diferentes composições mineralógicas**. Dissertação de mestrado. 2004. 54f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2004.

BÜLL, L. T.; NOVELLO, A; CORRÊA, J. C.; VILLAS BOAS, R. L. Doses de fósforo e zinco na cultura do alho em condições de casa de vegetação. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.4, p.941-949, 2008.

CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados climatológicos de Mossoró: um município semi-árido nordestino**. Mossoró: ESAM, 1991. 121p. (Coleção Mossoroense, C. 30).

CARRIJO, O. A. **Fertirrigação de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2011. (Circular Técnica, 32). Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/serie_documentos/publicacoes2004/ct_32.pdf>.

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

CHITARRA, M. I. F; CHITARRA, A. B. 2005. Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e Manuseio. Lavras: UFLA, 785p.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS-RS/SC. 2004. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Regional Sul/UFRGS. 394p.

CORREA, J. C.; MAUAD, M.; ROSOLEM, C. A. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciado pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.12, p.1231-1237, 2004.

CORRÊA, R. M.; NASCIMENTO, C. W. A.; ROCHA, A. T. Adsorção de fósforo em dez solos do Estado de Pernambuco e suas relações com parâmetros físicos e químicos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.33, n.1, p.153-159. 2011.

COSTA, N. D. et al. Cebola (irrigada): 2ª aproximação. In: CAVALCANTI, F. J. A. et al. (Ed.). **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**. 2. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA, 1998. p.127.

COSTA, N. D.; LEITE, D. L.; SANTOS, C. A. F.; CANDEIA, J. A.; VIDIGAL, S. M. Cultivares de cebola. In: VIDIGAL, S. M. (Coord.). Cultura da cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte: EPAMIG, v. 23, n. 218, p. 20-27, 2002.

COSTA, N. D.; ARAÚJO, J. F.; SANTOS, C. A. F.; RESENDE, G. M. de; LIMA, M. A. C. Desempenho de cultivares de cebola em cultivo orgânico e tipos de solo no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, v.26, p.476-480, 2008.

COSTA, N. D.; RESENDE, G. M. de; ARAUJO, J. F.; SANTOS, C. A. F.; LIMA, M. A. C.; CANDEIA, J. C.; BANDEIRA, G. R. L. Resposta de cultivares de cebola (*Allium cepa* L.) a doses de fósforo em cultivo orgânico no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**. v.27, n.2, 2009.

COUTINHO, E. L. M. et al. Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. In: FERREIRA M. E. et al. (Eds.). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafos, 1993. p.85-140.

CRISÓSTOMO, L. A.; SANTOS, A. A.; RAIJ, B. V.; FARIA, C. M. B.; SILVA, D. J.; FERNANDES, F. A. M.; SANTOS, F. J. S.; CRISÓSTOMO, J. R.; FREITAS, J. A. D.; HOLANDA, J. S.; CARDOSO, J. W.; COSTA, N. D. **Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro do nordeste**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 21p. (Comunicado Técnico 14), 2002.

DEHO, N. A.; WAGAN, M. R.; BALOACH, M. K.; RAJPAR, I. Y.; KEERIO, M. I. Npk trial on onion (*Allium cepa* L.). **Pakistan Journal of Applied Sciences**, v.2, n.8, p.820-821, 2002.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. (Ed. 2). Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Embrapa, 2006. 306p.

EMBRAPA. **Cultivo da cebola no Nordeste**. 2007. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cebola/CultivoCebolaNoNordeste/cultivares.htm>> Acesso em: 15 jul. 2012.

EMBRAPA. **Nutrição Mineral e Adubação da Cultura da Cebola no Submédio do Vale do São Francisco**. (Ed. 1). Petrolina, PE: Embrapa, 2008. 10p. (Embrapa Semi-Árido. Circular Técnica *on line*, 86).

EMBRAPA. **Reconhecimento e controle de pragas da Cebola**. (Ed. 1). Brasília, DF: Embrapa, 2012. 11p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 110).

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Hortaliças. **Nutrição e adubação**. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/sistemas_producao/cultivo_da_cebola/nutricaoe_adubacao.htm> Acesso em: 10 dez. 2013.

FAO. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura **FAO Statistical Yearbook 2013 World Food and Agriculture**. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e.PDF>>. Acesso em: 26 de ago. 2013.

FARIA, C. M. B.; ARAÚJO, J. P.; PEREIRA, J. R.; WANDERLEI, L. J. E.; MENEZES, D. Níveis de fósforo e potássio na cultura da cebola no Submédio São Francisco. **Revista Olericultura**. v.17, p.119-121, 1977.

FERREIRA, D. F. **SISVAR Versão 5.3**. Departamento de Ciências Exatas. Lavras - MG: UFLA, 2007.

FONSECA, R. F.; SANTOS, R. S.; TORNÉS, K. A.; DOMÍNGUEZ, C. C.; MACHADO, A. E. Efecto de diferentes niveles de fósforo en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) variedad Texas Early Grano em suelos fluvisoles de la provincia Granma. **Revista Granma Ciencia**, v.15, n.3, 2011.

FORATTO, L. C.; ZANINI, J. R.; NATALE, W. **Eng. Agríc.** v.27, n.2, p.436-444. 2007.

FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R.; RESENDE, A. V.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do Solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252p.

GHAFFOOR, A.; JILANI, M. S.; KHALIQ, G. Y.; WASEEM, K. 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.3, p.342-346, 2003.

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

HAYNES, R. J. Lime and phosphate in the soil plant system. **Advanced Agronomia**, 37, p.249-315. 1984.

HALVORSON, A. D. et al. Nitrogen effects on onion yield under drip and furrow irrigation. **Agronomy Journal**, v.100, n.4, p.1062-1069, 2008.

HERNÁNDEZ, J. C. A.; FLORES, S. V.; AYALA, C. S.; VARGAS, A. C.; SÁNCHEZ, L. Z. Uso de fertilizantes químicos y orgánicos en cebolla (*Allium cepa* L.) em Apatzingán, Michoacán, México. **Revista de investigación y difusión científica agropecuária**, v.15, n.2, p.29-43, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2013. 15 de fevereiro. Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br.

JESCHKE, W. D.; PEUKE, A.; KIRKBY, E. A.; PATES, J. S.; HARTUNG, W. Effects of P deficiency on the uptake, flows and utilization of C, N and H₂O within intact plants of *Ricinus communis* L. **Journal of Experimental Botany**, v.47, p.1737-1754, 1996.

JESCHKE, W. D.; KIRKBY, E. A.; PEUKE, A.; PATES, J. S.; HARTUNG, W. Effects of P deficiency on assimilation and transport of nitrate and phosphate in plants of castor bean (*Ricinus communis* L.). **Journal of Experimental Botany**, v.48, p.75-91, 1997.

KURTZ, C.; ERNANI, P. R.; PAULETTI, V.; MENEZES JUNIOR, F. O. G.; VIEIRA NETO, J. Produtividade e conservação de cebola afetada pela adubação nitrogenada no sistema de plantio direto. **Horticultura Brasileira**, v.31, n.4, p.559-567, 2013.

LIMA, J. A.; BUSO, J. A.; SOUZA, A. F.; MAKISHIMA, NOZOMU.; JUNQUEIRA, J. G. O.; FERREIRA, P. E. Produção de cebola em função de níveis de aplicação de nitrogênio e fósforo. **Horticultura Brasileira**, v.2, n.2, p.12-14, 1984.

LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região Centro-Oeste. In: OLIVEIRA, A. J.; LIURENÇO, S.; GOEDERT, W. J. **Adubação fosfatada no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa-DID, 1982. 209p. (Documentos, 21).

MAGALHÃES, J. V. Absorção e translocação de nitrogênio por plantas de milho (*Zea mays* L.) submetidas a períodos crescentes de omissão de fósforo na solução nutritiva. Viçosa, 1996. 76p. (Dissertação de Mestrado).

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

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006, p.638.

MARROCOS, S. T. P. et al. Crescimento e acúmulo de nutrientes em cebola IPA 11. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.4, p.627-631, 2009.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

MEDEIROS, M. B. C.; LIMA JUNIOR, J. A.; ARAUJO, M. S. B.; COELHO, K. N. N.; MOURA, A. S. Produção de abóbora em sistema de plantio direto sobre diferentes fertilizantes fosfatados. In: Seminário Anual de Iniciação Científica da UFRA, 10. Amazônia. **Anais...** Amazônia: UFRA. 2012.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4. ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 687p.

MOTA, J. H.; YURI, J. E.; REZENDE, G. M.; OLIVEIRA, C. M.; SOUZA, R. J.; FREITAS, S. A. C.; RODRIGUES JÚNIOR, J. C. Produção de alface americana em função da aplicação de doses e fontes de fósforo. **Horticultura Brasileira**. v.21, n.4, p.620-622, 2003.

NASREEN, S.; HAQ, S. M. I.; HOSSAIN, M. A. Sulphur effects on growth responses and yield of onion. **Asian Journal of Plant Sciences**, v.12, n.12, p.897-902, 2003.

NEVES, O. S. C.; BENEDITO, D. S.; MACHADO, R. V.; CARVALHO, J. G. Crescimento, produção de matéria seca e acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S na parte aérea de mudas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) cultivadas em solo de várzea, em função de diferentes doses de fósforo. **Rev. Árvore**, v.28, p.343-349, 2004.

NWADUKWE, P. O.; CHUDE, V. O. Effects of nitrogen and phosphorus fertilization on seed crop of onion (*Allium cepa* L.) in a semiarid tropical soil. **Tropical Agriculture**, v.72, n.3, p.216-219, 1995.

OLIVEIRA, V. R. Cebola doce. **Horticultura Brasileira**, v. 22, Contracapa. 2004.

OLIVEIRA, A. F.; MEDEIROS, J. F. de; LIMA, C. J. G. S.; DUTRA, I.; OLIVEIRA, M. K. T. Eficiência agronômica da fertirrigação nitrogenada e potássica na cultura do meloeiro nas condições do semi-árido nordestino. **Revista Caatinga**, v.21, p.5-11, 2008.

OLIVEIRA, G. M.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; BISPO, R. C.; SANTOS, I. M. S.; LIMA, C. B. A.; CARVALHO, A. R. P. Coeficiente de cultura e produtividade da cebola submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.17, n.9, p.969-974, 2013.

PALACIOS, A. A. El cultivo de cebolla en el estado de Morelos. Circular, n.78. Sarh-Inia-Ciamec-Caez. Zacatepec, Morelos. 11p. 1978.

PALHARES, I. N. Cebola: Oferta limitada resulta em rentabilidade positiva em 2012. **Hortifruti Brasil**, Piracicaba, dez. 2012. Edição Especial, n.119, p.19.

PAM. Produção Agrícola Municipal. Culturas Temporárias e Permanentes. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 97p. v.38.

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

PINTO, J. M.; GAVA, C. A. T.; LIMA, M. A. C.; SILVA, A. F.; RESENDE, G. M. Cultivo orgânico de meloeiro com aplicação de biofertilizantes e doses de substância húmica via fertirrigação. **Revista Ceres**, Viçosa, v.55, n.4, p.280-286, 2008.

PÔRTO, D. R. Q.; CECÍLIO FILHO, A. B.; MAY, A.; BARBOSA, J. C. Acúmulo de macronutrientes pela cebola 'Optima' estabelecida por semeadura direta. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.4, p.470-475, 2006.

PÔRTO, D. R. Q. et al. Acúmulo de macronutrientes pela cultivar de cebola "Superex" estabelecida por semeadura direta. **Ciência Rural**, v.37, n.4, p.949-955, 2007.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora Unesp, 2008. 408p.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres; Potafos, 1991.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420p. il.

RIBEIRO, R. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

SÁ, J. R.; OLIVEIRA, A. E. S.; MEDEIROS J. F.; NOGUEIRA, N.W.; SILVA, C.B. Interação da adubação organo-mineral nos atributos químicos do solo na cultura do melão em Mossoró – RN – Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.5, n.3, p.89–100. 2010.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; SILVA, F. B. R. Fertilidade de solos do semiárido do Nordeste. In: PEREIRA, J. R.; FARIA, C. M. B. (Eds.). Fertilizantes: Insumos básicos para a agricultura e combate à fome. Petrolina: Embrapa, 1995. p.51-71.

SANTOS, E. E. F. **Acúmulo de nutrientes e relação Ca:Mg no cultivo de cebola, no submédio São Francisco**. 2007. 120f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

SANTOS, D. R.; GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema de plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.576-586, 2008.

SILVA, A. S. S.; GRANGEIRO, L. C.; HENRIQUES, G. P. S. A.; SILVA, A. C.; CORDEIRO, C. J.; SOUSA, V. F. L.; LIMA, J. S. S. Diagnose foliar de macronutrientes em cebola produzida com biofertilizante associado à adubação mineral. **Horticultura Brasileira**, v.30, 2012.

SILVA, A. S. N. Doses de fósforo e de potássio na produção da alface. 2013. 50f. Tese (Doutorado em Agronomia: Ciência do Solo) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal-SP, 2013.

SIMON, T.; TORA, M.; SHUMBULO, A.; URKATO, S. The Effect of Variety, Nitrogen and Phosphorous Fertilization on Growth and Bulb Yield of Onion (*Allium Cepa* L.) at Wolaita, Southern Ethiopia. **Journal of Biology, Agriculture and Healthcare**, v.4, n.11, p.89-97, 2014.

SINGH, J. V.; KUMAR, A.; SINGH, C. Influence of phosphorus on growth and yield of onion (*Allium cepa* L.). **Indian J. Agric. Res.**, v.34, n.1, p.51-54, 2000.

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

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

TEKALIGN, T.; ABDISSA, Y.; PANT, L. M. Growth, bulb yield and quality of onion (*Allium cepa* L.) as influenced by nitrogen and phosphorus fertilization on vertisol. II: Bulb quality and storability. **African Journal of Agricultural Research**, v.7, n.45, p.5980-5985, 2012.

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

VIDALIALABS – VLI Sweet index (Sweetometer). 2004. Disponível em <http://www.vidialialabs.com/images/sweetometer.jpg/>

VIDIGAL, S. M.; PEREIRA, P. R. G.; PACHECO, D. D. Nutrição mineral e adubação da cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.23, n.218, p.36-50, 2002.

VIDIGAL, S. M.; SEDIYAMA, M.A.N.; PEDROSA, M.W.; SANTOS, M.R. Produtividade de cebola em cultivo orgânico utilizando composto à base de dejetos de suínos. **Horticultura Brasileira**, v.28, n.2, p.168-173, 2010.

VILLAS BÔAS, R. L.; BÜLL, L. T.; FERNÁNDEZ, D. M. Fertilizantes em fertirrigação. In: FOLEGATTI, M. V. (Coord.) Fertirrigação: cítrus, flores e hortaliças. Guaíba: Livraria Editora Agropecuária, 1999. p.293-319.