



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA

LUIZ RICARDO REBOUÇAS DA SILVA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CEBOLA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO  
FOSFATADA**

MOSSORÓ - RN

2018

LUIZ RICARDO REBOUÇAS DA SILVA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CEBOLA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO  
FOSFATADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte dos requisitos para obtenção do título de “Mestre em Manejo de Solo e Água”.

Orientador: Prof. Dr. Leilson Costa Grangeiro

MOSSORÓ - RN

2018

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S586d Silva, Luiz Ricardo Rebouças da.  
Desempenho agrônomo de cebola em função da  
adubação fosfatada / Luiz Ricardo Rebouças da  
Silva. - 2018.  
70 f. : il.

Orientador: Leilson Costa Grangeiro.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em  
Manejo de Solo e Água, 2018.

1. Allium cepa L.. 2. fósforo. 3. nutrição  
mineral de plantas. 4. eficiência nutricional. I.  
Grangeiro, Leilson Costa, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

LUIZ RICARDO REBOUÇAS DA SILVA

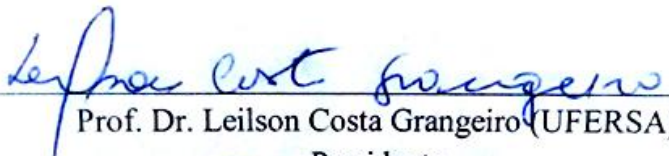
**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CEBOLA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO  
FOSFATADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte dos requisitos para obtenção do título de “Mestre em Manejo de Solo e Água”.


Orientador Prof. Dr. Leilson Costa Grangeiro

Aprovado em: 21/02/2018


BANCA EXAMINADORA

  
Prof. Dr. Leilson Costa Grangeiro (UFERSA)

Presidente

  
Dra. Welka Preston Leite Bañista da Costa Alves (UFERSA/CAPES)

Membro

  
Dra. Mara Suyane Marques Dantas (UFC/CAPES)

Membro

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais Francisco Wilson da Silva e Risalva Rebouças da Silva, por todo o apoio, incentivo e educação dados durante todos os momentos de minha vida.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado força, coragem, saúde e discernimento para alcançar meus objetivos;

A minha família por estar sempre ao meu lado, me incentivando e apoiando, em especial aos meus pais Francisco Wilson da Silva e Risalva Rebouças da Silva, a minha irmã Heloiza Gabriella Rebouças da Silva e a minha namorada Tuany Kessia da Silva Ramos;

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e ao Programa de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água, pela oportunidade de realização do curso;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro ao me conceder a bolsa de estudos para o desenvolvimento deste trabalho;

Ao Prof. D. Sc. Leilson Costa Grangeiro, pela orientação e confiança para a realização dessa pesquisa;

Aos componentes da banca examinadora, pela disponibilidade e cooperação para a melhoria do presente trabalho;

A minha amiga do grupo de pesquisa Valdivia, pelo apoio fundamental em todas as etapas para a execução desse projeto;

Aos colegas do grupo de pesquisa em nutrição de plantas, Irael, Bruno, Priscila, Gerlane, Chagas, Fabrício, Núbia, Dudu, Jorge, Ricardo, Diorge, Gilberta, Jandeilson, Santiago, Cassiana, Victor, Rodolfo e João Paulo, pelo companheirismo e colaboração para a realização da pesquisa;

Aos funcionários da fazenda experimental Flabênio, Pepeta e Fabrício, e da horta didática da UFERSA, Nanã, Alderi e Antônio, pela ajuda na condução do experimento;

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

## RESUMO

Silva, Luiz Ricardo Rebouças da. **Desempenho agrônômico de cebola em função da adubação fosfatada**. 2018. 70f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2018.

A cebola tem grande importância no cenário nacional por ocupar a terceira posição em quantidade produzida e renda gerada dentre as olerícolas. Associado a isso, devido a ausência de um boletim oficial de recomendação de adubação para o Estado do Rio Grande do Norte, há necessidade de estudos referentes à quantidade de fertilizantes que devem ser aplicados para as principais cultivares utilizadas na região. Desse modo, objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico de cebola em resposta a adubação fosfatada. Os experimentos foram instalados na Fazenda Experimental Rafael Fernandes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), nos períodos de julho a outubro de 2016 e junho a outubro de 2017. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 6, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de duas cultivares de cebola (IPA11 e Rio das Antas) e seis doses de fósforo (0; 60; 120; 180; 240 e 300 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). As características avaliadas foram: Teor de fósforo na folha diagnóstica, massa seca e acúmulo de fósforo na planta, classificação comercial de bulbos, produtividade de bulbos comerciais, produtividade de bulbos não comerciais, produtividade total de bulbos, dose econômica de fósforo e índices de eficiência nutricional. Os dados foram submetidos à análise de variância e os efeitos das doses foram avaliados por análise de regressão. O aumento das doses de fósforo proporcionou maior acúmulo de fósforo e massa seca na planta, com consequente incremento da produtividade total e comercial de bulbos, embora tenha diminuído a eficiência agrônômica, fisiológica, de recuperação e de utilização. De modo geral, o híbrido Rio das Antas obteve maior produtividade quando comparado a cultivar IPA11, em ambas as épocas de cultivo.

**Palavras-chave:** *Allium cepa* L.; fósforo; nutrição mineral de plantas; eficiência nutricional.

## ABSTRACT

Silva, Luiz Ricardo Rebouças da. **Agronomic performance of the onion in function of phosphate fertilization**. 2017. 70f. Dissertation (Master in Management of Soil and Water) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2018.

Onion has great importance in the national scenario because it occupies the third position in quantity produced and income generated among the vegetables. Associated with this, due to absence of an official fertilization recommendation bulletin for State of Rio Grande do Norte, there is a need for studies on the amount of fertilizers that should be applied to main cultivars used in region. Objective of this study was to evaluate the agronomic performance of onion in response to phosphate fertilization. The experiments were installed at the Rafael Fernandes Experimental Farm of the Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), from July to October 2016 and from June to October 2017. Experimental design was randomized blocks in a 2 x 6 factorial scheme, with four replications. The treatments consisted of the combination of two onion cultivars (IPA11 and Rio das Antas) and six doses of phosphorus (0, 60, 120, 180, 240 and 300 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). The evaluated characteristics were: Phosphorus content in the diagnostic leaf, dry mass and accumulation of phosphorus in the plant, commercial classification of bulbs, commercial bulb productivity, non-commercial bulb productivity, total bulb productivity, economic phosphorus dose and efficiency indexes nutritional. Data were submitted to analysis of variance and dose effects were evaluated by regression analysis. The increase in phosphorus doses resulted in higher accumulation of phosphorus and dry mass in the plant, with a consequent increase in the total and commercial productivity of bulbs, although the agronomic, physiological, recovery and use efficiency decreased. In general, Rio das Antas hybrid obtained higher productivity when compared to cultivar IPA11, in both cultivation seasons.

**Keywords:** *Allium cepa* L.; phosphorus; mineral nutrition of plants; nutritional efficiency.



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização química do solo da área experimental. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.....	20
Tabela 2 - Resumo da análise de variância para as características refugo (REF), classe 1 (C1), classe 2 (C2), classe 3 (C3), classe 4 (C4), produtividade total (PT), produtividade comercial (PC) e produtividade não comercial (PNC). Mossoró. UFEERSA, 2018.....	26
Tabela 3 - Valores médios da produtividade de refugos (REF), classe 1 (C1) e produtividade não comercial (PNC)) em cultivares de cebola em função das doses de fósforo e épocas de plantio. Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	28
Tabela 4 - Valores médios de produtividade total (PDT), produtividade comercial (PDC), produtividade de bulbo classe 2 (C2), produtividade de bulbo classe 4 (C4) e folha diagnostica (FD) de cultivares de cebola em função das doses de fósforo. Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	32
Tabela 5 - Valores médios de produtividade total (PDT), produtividade comercial (PDC), produtividade de bulbo classe 2 (C2), produtividade de bulbo classe 4 (C4) e massa seca da folha (MSF) em função das doses de fósforo e épocas de plantio. Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	33
Tabela 6 - Valores médios de produtividade total (PDT), produtividade comercial (PDT), produtividade de bulbo classe 3 (C3), massa seca da folha (MSF) e folha diagnóstica (FD) de cultivares de cebola em função das épocas de plantio. Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	34
Tabela 7 - Resumo da análise de variância para as características massa seca de folha (MSF), massa seca de bulbo (MSB), massa seca total (MST), acúmulo de fósforo na folha (APF), acúmulo de fósforo no bulbo (APB), acúmulo de fósforo total (APT) e acúmulo de fósforo na folha diagnóstica (AFD). Mossoró. UFEERSA, 2018.....	42
Tabela 8 - Valores médios da massa seca total (MST), acúmulo de fósforo na folha (APF), acúmulo de fósforo no bulbo (APB) e acúmulo de fósforo total (APT) em cultivares de cebola em função das doses de fósforo e épocas de plantio. Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	47
Tabela 9 - Valores médios do acúmulo de fósforo total (APT) em cultivares de cebola em função das doses de fósforo e épocas de plantio. Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	52
Tabela 10 - Resumo da análise de variância para as características eficiência agrônômica (EA), eficiência fisiológica (EF), eficiência de recuperação (ER) e eficiência de utilização (EU). Mossoró. UFEERSA, 2018.....	55

Tabela 11 - Valores médios de eficiência agronômica, em função das doses de fósforo e cultivares de cebola. Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	56
Tabela 12 - Valores médios de eficiência agronômica, em função das doses de fósforo e épocas de plantio. Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	57
Tabela 13 - Valores médios da eficiência fisiológica (EF), eficiência recuperação (ER) e eficiência de utilização (EU) em cultivares de cebola em função das doses de fósforo e épocas de plantio. Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	59

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Temperatura média e umidade relativa do ar média na época 1 (A) e época 2 (B). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	21
Figura 2 - Produtividade de refugos (REF) em função das doses de fósforo na época 1 (A) e época 2 (B), das cultivares de cebola IPA11 (▲) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	27
Figura 3 - Produtividade de classe 1 (C1) em função das doses de fósforo na época 1 (A) e época 2 (B), das cultivares de cebola IPA11 (▲) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	29
Figura 4 - Produtividade de classe 2 (C2) em função das doses de fósforo e cultivares de cebola IPA11 (◆) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	31
Figura 5 - Produtividade de classe 3 (C3) em função das doses de fósforo. Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	32
Figura 6 - Produtividade de classe 4 (C4) em função das doses de fósforo e cultivares de cebola IPA11 (◆) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	35
Figura 7 - Produtividade total (PDT) de bulbo em função das doses de fósforo e cultivares de cebola IPA11 (◆) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	36
Figura 8 - Produtividade comercial (PDC) de bulbo em função das doses de fósforo e cultivares de cebola IPA11 (◆) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	37
Figura 9 - Produtividade não comercial (PNC) em função das doses de fósforo na época 1 (A) e época 2 (B), das cultivares de cebola IPA11 (▲) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	40
Figura 10 - Acúmulo de massa seca da folha (MSF) em função das doses de fósforo e época 1 (■) e época 2 (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	43
Figura 11 - Acúmulo de massa seca do bulbo (MSB) em função das doses de fósforo na época 1 (A) e época 2 (B), das cultivares de cebola IPA11 (▲) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	44
Figura 12 - Acúmulo de massa seca total (MST) em função das doses de fósforo na época 1 (A) e época 2 (B), das cultivares de cebola IPA11 (▲) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	46

Figura 13 - Acúmulo de fósforo na folha (APF) em função das doses de fósforo na época 1 (A) e época 2 (B) das cultivares de cebola IPA11 (▲) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	49
Figura 14 - Acúmulo de fósforo no bulbo (APB) em função das doses de fósforo na época 1 (A) e época 2 (B), e acúmulo de fósforo total (APT) em função das doses de fósforo na época 1 (C) e época 2 (D) das cultivares de cebola IPA11 (▲) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	51
Figura 15 - Teor de fósforo na folha diagnóstica (FD) em função das doses de fósforo e cultivares de cebola IPA11 (◆) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	53
Figura 16 - Eficiência agrônômica (EA) em função das doses de fósforo e cultivares de cebola IPA11 (▲) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	56
Figura 17 - Eficiência fisiológica (EF) em função das doses de fósforo na época 1 (A) e época 2 (B) das cultivares de cebola IPA11 (▲) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	58
Figura 18 - Eficiência de recuperação (ER) em função das doses de fósforo na época 1 (A) e época 2 (B) das cultivares de cebola IPA11 (▲) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	61
Figura 19 - Eficiência de utilização (EU) em função das doses de fósforo na época 1 (A) e época 2 (B) das cultivares de cebola IPA11 (▲) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.....	62

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
<b>2.1. Aspectos gerais da cultura da cebola</b> .....	14
<b>2.2. Adubação fosfatada na cultura da cebola</b> .....	16
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	20
<b>3.1. Localização e caracterização da área experimental</b> .....	20
<b>3.2. Delineamento experimental e tratamentos</b> .....	21
<b>3.3. Implantação e condução dos experimentos</b> .....	22
<b>3.4. Características avaliadas</b> .....	23
<b>3.5. Análises estatísticas</b> .....	25
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	26
<b>4.1. Produção de bulbos de cebola</b> .....	26
<b>4.2. Acúmulo de massa seca, de fósforo na planta e teor de fósforo na folha diagnóstica</b> .....	41
<b>4.3. Índices de eficiência nutricional</b> .....	54
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	63
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	64

## 1. INTRODUÇÃO

A cebola (*Allium cepa L.*) é uma hortaliça de grande importância nacional, pois ocupa a terceira posição em volume e renda gerada dentre as olerícolas, somente superada pela batata e o tomate (Bettoni, 2011).

Em 2017, a área cultivada com cebola no Brasil foi de 58 mil hectares e a produção atingiu 1,72 milhão de toneladas, com produtividade média de 29,65 t ha<sup>-1</sup>. A região Sul foi responsável por 46,7% da produção nacional, seguida pelo Sudeste (23,2%), Nordeste (21,0%), e Centro-Oeste (10,1%) (IBGE, 2018). Devido às condições edafoclimáticas favoráveis, a Região Nordeste possui a vantagem de permitir o plantio durante todo o ano (Grangeiro et al., 2008). Embora a cebolicultura tenha se instalado há menos de uma década no Rio Grande do Norte, a utilização de tecnologias como semeadura direta, irrigação por gotejamento e aplicação de fertilizantes via água de irrigação são bastante empregados pelos produtores, o que permitiu ao Estado se tornar o terceiro produtor de bulbos da Região Nordeste, com sua produção concentrada nos municípios de Mossoró e Baraúna.

A produtividade da cebola é intimamente influenciada pelo manejo correto da adubação (Kurtz et al., 2013), por ser uma cultura exigente quanto a fertilidade do solo, vários autores vêm mencionando boas respostas à utilização de adubos minerais (Resende & Costa, 2008; Cecílio Filho et al., 2009). Devido seu sistema radicular superficial e pouco ramificado, a cebola apresenta-se mais sensível a deficiências de nutrientes (Brewster, 1994), em especial aos elementos menos móveis, como o fósforo, respondendo de forma significativa a adição de fertilizantes fosfatados.

O fósforo é um dos nutrientes mais importantes e limitantes no cultivo da cebola, apesar de não ser o mais absorvido pelas plantas, especialmente quando comparado ao nitrogênio e potássio. É também aquele aplicado em maior quantidade, de acordo com as recomendações de adubação no Brasil. Aguiar Neto et al. (2014) observaram o acúmulo total de 5,49 e 5,58 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo ao final do ciclo para as cultivares IPA11 e Texas Grano502, valor bem abaixo das doses utilizadas para a cultura. May et al. (2008), testando dois híbridos sob sistema de semeadura direta, verificaram diferença de acúmulo de fósforo entre os genótipos aos 150 dias após a semeadura, apresentando 10 e 13 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, cultivando a cebola no mesmo solo e período do ano. Nesse sentido, são necessárias pesquisas relacionadas ao acúmulo de nutrientes para os diferentes genótipos lançados, auxiliando no aprimoramento dos boletins de recomendação de adubação.

O manejo adequado da adubação é fundamental para se obter alta produtividade e qualidade de bulbos de cebola. Novo Júnior (2014) verificou para a cebola, cultivar IPA11, com a aplicação de 168,75 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, produtividade de 48,62 t ha<sup>-1</sup> nas condições de Mossoró-RN, valor superior à média nacional, mesmo utilizando o método de transplântio de mudas, haja visto que a utilização da semeadura direta aumenta a produtividade, diminui o ciclo cultural e o custo de produção (Guimarães et al., 1996).

Devido à ausência de um boletim oficial de recomendação de adubação para o Estado do Rio Grande do Norte, há a necessidade de informações referentes a quantidade de fertilizantes que devem ser aplicados para as principais cultivares de cebola utilizadas na região produtora. Nesse sentido, objetivou-se nesse trabalho avaliar o desempenho agrônômico de cebola em resposta a adubação fosfatada.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Aspectos gerais da cultura da cebola

A cebola (*Allium cepa* L.) é uma espécie anual, herbácea, pertencente à família Alliaceae, que tem como provável centro de origem as regiões asiáticas que correspondem atualmente ao território do Irã e Paquistão, sendo cultivada há milênios (Filgueira, 2008). Caracterizada como típica de pequenos e médios agricultores atua no fortalecimento econômico e social, gerando renda e assim auxiliando na fixação do homem no campo. Com a participação de mais de 100 mil produtores na exploração desta hortaliça, mais de 250 mil empregos diretos são gerados apenas no setor da produção (Trani et al., 2014).

Considerada planta condimentar, esta hortaliça apresenta folhas tubulares ocas dispostas alternadamente, cobertas por camada cerosa, com pseudocaule formado pelo conjunto de bainhas foliares superpostas, onde em sua base inferior formam-se os bulbos com coloração típica da cultivar. O caule verdadeiro é um disco achatado localizado na base do bulbo de onde saem as raízes fasciculadas (Costa et al., 2002), que são pequenas e superficiais, tornando a espécie sensível ao estresse hídrico.

O cultivo da cebola é bastante influenciado por condições agroclimáticas, determinando a região geográfica e a melhor época de plantio para cada cultivar (Souza & Resende, 2002), sendo os fatores ambientais, fotoperíodo e temperatura os que mais influem na produção, pois estão diretamente relacionados com a bulbificação.

Nessa interação, o fotoperíodo é quem mais dita os limites de adaptação das diferentes cultivares a determinada região, pois a cebola é considerada planta de dia longo (Galmarini, 1997). Algumas cultivares podem ser chamadas de “dias curtos” pelo simples fato de necessitarem de menor número de horas de luz por dia para bulbificar, termo meramente classificatório. As cultivares de dias curtos iniciam a bulbificação em dias com, pelo menos 11 a 12 horas de luz; as de dias intermediários com 12 a 14 horas de luz; e as de dias longos exigem mais de 14 horas de luz (Santos, 2007).

A temperatura torna-se fator determinante no cultivo da cebola quando se encontra fora de sua faixa aceitável, influenciando principalmente na bulbificação. Na fase inicial de crescimento, temperaturas superiores a 35°C podem provocar a bulbificação muito precoce e temperaturas inferiores a 10°C podem induzir o florescimento prematuro, que não é almejado quando se busca à produção comercial de bulbos (Resende et al., 2007).



Em relação ao ciclo, as cultivares são classificadas em precoces 4-5 meses; ciclo mediano 5-6 meses; e tardias 6-8 meses. Assim, quanto mais exigente em fotoperíodo, maior o ciclo da cultivar, tendo como exemplo as de ciclo mais longo, que só se adaptam as condições do extremo sul do país (Filgueira, 2008). Vale salientar que após o início da formação dos bulbos, que ocorre a partir da metade do ciclo, as plantas praticamente cessam o crescimento da parte aérea e dão início a translocação principal de fotoassimilados para os bulbos, que compõem a parte comercializável da cultura, ocorrendo intenso acúmulo de matéria seca (Aguiar Neto et al., 2014).

Na Região Nordeste há o predomínio de cultivares de dias curtos e precoces. Souza et al. (2008) recomendam as cultivares desenvolvidas pelo instituto Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) para a Região Nordeste. No polo produtor de cebola do Rio Grande do Norte a cultivar IPA 11, foi uma das pioneiras e ainda hoje vem sendo utilizada.

A IPA 11 é uma cultivar de polinização aberta, dias curtos, com ciclo entre 110 e 150 dias. Folhas vigorosas de coloração verde escuro, bulbos de formato globoso, peso médio de 120 a 140 gramas e coloração amarelada. Apresenta boa resistência ao "Mal de Sete Voltas" (*Colletotrichum gloeosporioides* cepae) e à "Mancha Púrpura" (*Alternaria porri*) e resistência moderada ao Trips (*Thrips tabaci*).

Entretanto, nos últimos anos o híbrido Rio das Antas tem se destacado no Estado, devido sua alta produtividade e bulbos uniformes. Apresentando-se como uma variedade de dia curto, ciclo médio de 120 dias e com boa tolerância ao adensamento de plantas. Santos (2017), testando diferentes espaçamentos nas condições de Mossoró-RN, obtiveram produtividades de 58,34 t ha<sup>-1</sup> e 101,06 t ha<sup>-1</sup> utilizando os materiais IPA11 e Rio das Antas respectivamente, evidenciando a superioridade do híbrido em relação a cultivar de polinização aberta.

A procura de híbridos pelos produtores de cebola tem aumentado, principalmente devido a superioridade agrônômica desses em relação às cultivares de polinização aberta (May et al., 2007). Esse incremento está diretamente relacionado ao fenômeno genético denominado heterose, que tem sido o princípio usado em melhoramento e produção de muitas hortaliças de interesse agrônômico, onde no cruzamento de duas linhagens distintas, o F1 apresenta-se superior aos pais (Maluf, 2001). Faria et al. (2012), ao avaliar o desempenho agrônômico de 19 híbridos e 50 linhagens de cebola, observaram que os híbridos foram, em média 50% mais produtivos que as linhagens, isso devido a depressão por endogamia que as linhagens vêm sofrendo ao longo do tempo, por se tratar de uma espécie alógama (Hallauer & Miranda Filho, 1995).

Outro fator tecnológico que tem elevado a produtividade, diminuído os custos de produção e aumentado a rentabilidade da cultura é a adoção da semeadura direta. A maioria dos produtores brasileiros ainda utilizam o sistema de transplante de mudas na implantação da cultura da cebola. Entretanto, nos últimos anos, é notório o crescente uso do sistema de plantio direto, em especial na Região Nordeste. Nesse sistema os produtores utilizam semeadoras de precisão, sementes híbridas, cultivo adensado, sistema de irrigação por gotejamento, e adubação via água de irrigação. A semeadura direta aumenta a produtividade e reduz custos com mão de obra, porém com aumento do gasto de sementes (Guimarães et al., 1997), usando em média de 2,5 a 5,0 kg ha<sup>-1</sup>, variando de acordo com o manejo e cultivar utilizada (Resende et al., 2007). Factor et al. (2012) observaram que o sistema de cultivo por semeadura direta proporcionou maior massa de bulbos, bulbos de maior diâmetro e, conseqüentemente, maior produtividade total quando comparado a outros métodos.

## **2.2. Adubação fosfatada na cultura da cebola**

O fósforo é um dos nutrientes essenciais mais importantes e limitantes no cultivo da cebola, influenciando diretamente na produtividade, apesar de não ser o mais absorvido pelas plantas, especialmente quando comparado ao nitrogênio e potássio.

O fósforo está envolvido em processos metabólicos essenciais para as plantas, como transferência de energia (sendo o ATP necessário para fotossíntese), síntese de ácidos nucleicos, glicose, respiração, síntese e estabilidade de membrana, ativação e desativação de enzimas e muitos outros processos metabólicos de relevância (Vance et al., 2003). Quando a disponibilidade de fósforo é limitada, o crescimento radicular e conseqüentemente das plantas é reduzido (Raij, 1991). Isso porque o mesmo está diretamente relacionado com a síntese de proteínas e constitui nucleoproteínas necessárias à divisão celular, auxiliando no processo de absorção iônica, favorecendo assim, o crescimento de tecidos vegetais como o sistema radicular.

Segundo Malavolta (2006), com o aumento da área explorada pelas raízes, há maior absorção de água e de nutrientes, com incremento da qualidade e rendimento dos produtos colhidos. Como a maioria das hortaliças, a cebola é uma cultura bastante exigente quanto a fertilidade do solo. Os nutrientes devem estar presentes na camada superior do solo e disponíveis para as plantas, que apresentam sistema radicular superficial e pouco ramificado, tornando-as mais susceptíveis as deficiências nutricionais (Brewster, 1994), em especial aos elementos menos móveis, como o fósforo.

A baixa disponibilidade de fósforo é recorrente em solos das regiões tropicais, sendo, portanto, uma limitação para a produção agrícola, pois quase sempre se encontra em níveis abaixo das exigências mínimas das culturas. O fósforo pode ser encontrado no solo na forma orgânica e inorgânica (Guerra et al., 1996). O fósforo inorgânico é proveniente do material de origem, ou seja, da rocha, que através da ação dos fatores de formação do solo, passam por intemperismo, dando origem a solos com diferentes teores deste elemento, em função dos constituintes minerais da rocha mãe. Enquanto as formas orgânicas representam os íons fosfatos ligados aos compostos orgânicos, cujo a sua labilidade está diretamente ligada à susceptibilidade de decomposição do radical orgânico ao qual o fosfato está ligado (Gatiboni et al., 2008), sendo vital em solos sob floresta.

Os baixos teores de fósforo normalmente encontrados nos solos, sua baixa mobilidade e alta afinidade por óxidos de ferro e alumínio, muitas vezes tornam o solo um dreno ao invés de fonte do nutriente, elevando a necessidade de sua incorporação em programas de adubação (Guilherme et al., 2000). No entanto, o uso racional de fertilizantes fosfatados é de suma importância, pois as reservas para o fornecimento de fósforo para a produção de fertilizantes, apresenta-se como um recurso natural não-renovável, exigindo sua utilização de maneira sustentável (Novais et al., 2007). Além disso, aplicações excessivas de adubos fosfatados, apesar de geralmente não serem perceptíveis, levam a deficiência de micronutrientes como cobre, ferro, manganês e zinco (Malavolta, 2006).

A nutrição da cultura é de grande relevância, pois é capaz de definir o sucesso ou não do produtor na atividade, o desbalanceamento nutricional pode trazer a redução drástica na produtividade. Nesse sentido, os nutrientes devem ser fornecidos na época e quantidade adequada. As respostas em produtividade dos cultivos estão diretamente relacionadas, dentre outros fatores, ao manejo correto da adubação, que tem por objetivo completar a quantidade dos nutrientes em déficit no solo, deixando-os em níveis suficientes para o desenvolvimento da cultura (Resende et al., 2007). O uso racional da adubação deve ter como base a quantidade de nutrientes presentes no solo, assim como sua disponibilidade para as plantas e as exigências nutricionais da cultura. De acordo com Malavolta et al. (1997), a melhor forma de verificar a demanda nutricional de uma planta é estudando o seu desempenho em seu local de produção. Assim, os experimentos de campo trazem de maneira mais fidedigna as demandas nutricionais dos materiais genéticos em cada ambiente cujo os mesmos são avaliados.

As doses de fósforo aplicadas para a cultura da cebola variam de acordo com a região produtora, devido às especificidades de solo, clima, cultivar e manejo. A Embrapa (2008) recomenda para essa cultura a aplicação de 45 a 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, para o Vale do São

Francisco em Pernambuco, de acordo com sua disponibilidade no solo. Em Minas Gerais 50 a 300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Ribeiro et al., 1999). Em São Paulo 90 a 300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Raij et al., 1996). Nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina 80 a 250 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC, 2004).

Em estudo com os híbridos Optima e Superex, May et al. (2008) aplicaram 300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em solo com 24 mg dm<sup>-3</sup> de P-resina, os autores obtiveram produtividades de 64,8 e 72 t ha<sup>-1</sup> respectivamente. Hunger (2013), utilizando a cultivar Bola Precoce, no Estado do Paraná obteve produtividade de 71,4 t ha<sup>-1</sup> com a dose de 450 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Aguiar Neto et al. (2014), testando as cultivares IPA11 e Texas Grano502 em Petrolina-PE, usando 144 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e em Baraúna-RN usando 161 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, observaram para a cultivar IPA11 produtividades na ordem de 36 e 40 t ha<sup>-1</sup> e para a Texas Grano 502, 30 e 35 t ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Uma ferramenta importante para a elaboração de uma recomendação de adubação é a determinação da curva de acúmulo de nutrientes (May et al., 2008), pois o conhecimento a respeito da absorção de nutrientes em cada etapa do desenvolvimento da planta, auxilia na elaboração de um programa de fertilização do solo para essa cultura (Villas Boas et al., 2001). Além disso, a quantificação dos nutrientes acumulados em cada parte da planta de cebola ainda pode ser usada como estimativa da quantidade de nutrientes que são de fato exportados pela cultura, pois geralmente a parte aérea fica no campo após o toailete, podendo ser incorporada ao solo.

No trabalho realizado por Aguiar Neto et al. (2014), verificaram que o fósforo foi o nutriente acumulado em menor quantidade dentre os estudados, na seguinte ordem: Ca > K > N > Mg > P e Ca > N > K > Mg > P para Texas Grano502 e IPA11 em Petrolina-PE e K > Ca > N > Mg > P e N > K > Ca > Mg > P para Texas Grano 502 e IPA11 em Baraúna-RN. Santos (2007), observou resultado semelhante no Vale do São Francisco com a cultivar Franciscana IPA10, que acumulou N > K > Ca > S > Mg > P. Assim como Marrocos et al. (2009), em Mossoró-RN, que obteve a seguinte ordem de acúmulo: K > N > Mg > P. resultados diferentes foram encontrados por May et al. (2008), que avaliando as cultivares Optima e Superex, observaram o acúmulo: N > P > K > Ca > Mg > S em ambas cultivares.

De acordo com Souza et al. (2002), muito embora o fósforo nem sempre esteja entre os nutrientes mais absorvidos pela cultura, sua carência resulta em crescimento reduzido das plantas, com clorose nas folhas mais velhas que tendem a secar, já as folhas jovens adquirem coloração verde escura, ficando finas e menores, com conseqüente redução do tamanho do

bulbo. O seu excesso pode causar deficiências induzidas de micronutrientes, principalmente de zinco e cobre.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização e caracterização da área experimental

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental Rafael Fernandes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada no distrito de Alagoinha, zona rural do município de Mossoró-RN (latitude de 5°03'37" sul, longitude de 37°23'50" a oeste de Greenwich e altitude aproximada de 72 metros), nos períodos de julho a outubro de 2016 (E1) e de junho a outubro de 2017 (E2).

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho Distrófico típico (Rego et al., 2016). Das áreas experimentais foram coletadas amostras de solo compostas na profundidade de 0 a 20 cm, cujos resultados são apresentados na Tabela 1. A proporção das frações de areia, silte e argila na E1 foram 900, 20 e 80 g kg<sup>-1</sup> e na E2 880, 50 e 70 g kg<sup>-1</sup>.

Tabela 1 - Caracterização química do solo da área experimental. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.

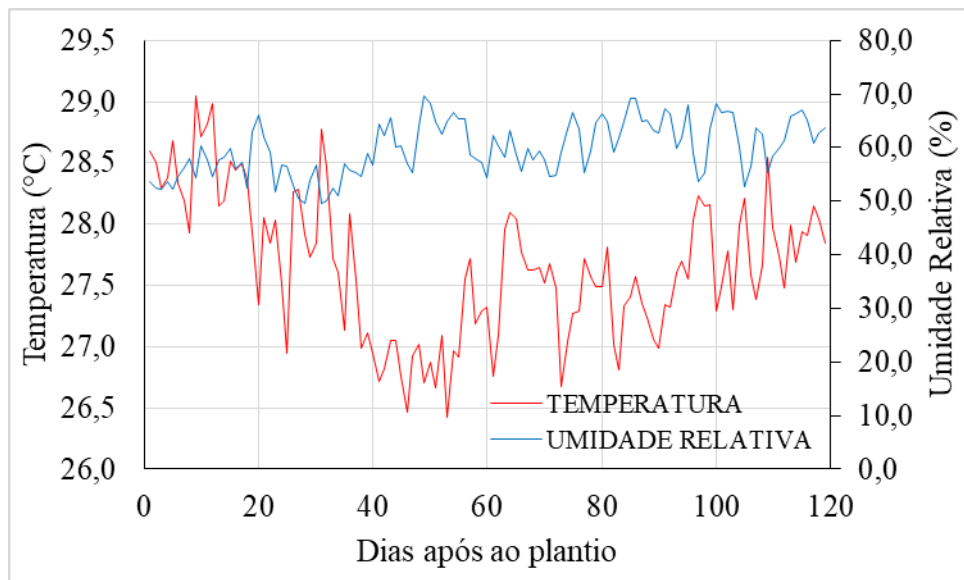
	pH	CE <sub>es</sub> dS m <sup>-1</sup>	P -----mg dm <sup>-3</sup> -----	K <sup>+</sup> -----	Na <sup>+</sup> -----	Ca <sup>2+</sup> ----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ----	Mg <sup>2+</sup> -----
E1	6,20	0,09	4,5	53,5	3,3	1,17	0,52
E2	5,20	0,05	4,4	45,3	4,8	0,80	0,50

Extrator Melich 1

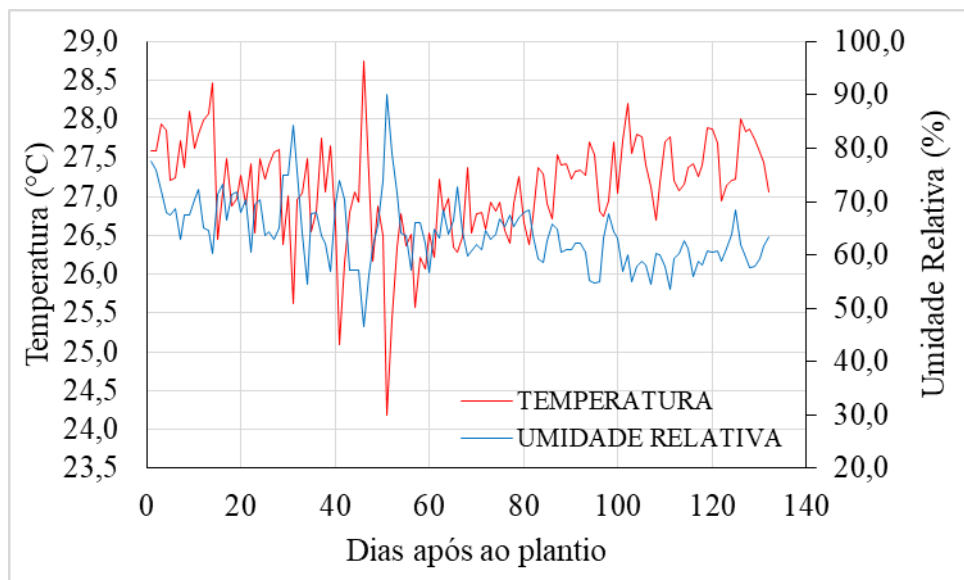
\*E1: experimento conduzido de julho a outubro/2016.

E2: experimento conduzido de junho a outubro/2017.

O clima da região segundo classificação de Köppen, é BSw<sub>h</sub>, ou seja, seco, muito quente e com estação chuvosa compreendendo aos meses de fevereiro a maio, temperatura média máxima entre 32,1 e 34,5 °C e média mínima entre 21,3 e 23,7 °C, com a precipitação média anual em torno de 673,9 mm e umidade relativa do ar de 68,9% (Carmo Filho et al., 1991). A temperatura e umidade relativa do ar média registradas durante a condução dos experimentos encontram-se nas Figuras 1A e 1B.



A



B

Figura 1 - Temperatura média e umidade relativa do ar média na época 1 (A) e época 2 (B). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

### 3.2. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado nos dois ensaios foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 6, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de duas cultivares de cebola (IPA11 e Rio das Antas) e seis doses de fósforo (0; 60; 120; 180; 240 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Cada parcela experimental foi constituída por um canteiro de 3,0 x 1,0 m, com oito fileiras de plantas, espaçadas com 0,10 m entre linhas e 0,06 m entre plantas. Foi considerada como área útil da parcela as seis fileiras centrais, descartando-se duas plantas de cada extremidade perfazendo uma área de 1,93 m<sup>2</sup>.

### **3.3. Implantação e condução dos experimentos**

Os experimentos foram conduzidos e avaliados de forma similar, seguindo o padrão descrito na metodologia. O preparo do solo foi realizado com aração, gradagem e levantamento dos canteiros, seguido da adubação de fundação com as diferentes doses de fósforo, na forma de superfosfato triplo, aplicado a lanço e incorporado a 5 cm de profundidade. O restante da adubação foi realizada via fertirrigação em cobertura. Foi tomada como base a adubação utilizada pelos produtores de cebola do estado do Rio Grande do Norte, exceto a adubação fosfatada, que além da dose usada pelos agricultores locais (300 kg ha<sup>-1</sup>), foram avaliadas mais cinco doses inferiores (0; 60; 120; 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

O plantio foi realizado com semeadura direta nos canteiros, no espaçamento de 0,10 x 0,06 m, com cinco sementes por cova e posterior desbaste aos 21 dias após a semeadura (DAS), deixando apenas uma planta por cova. Nos primeiros 30 dias o sistema de irrigação utilizado foi micro aspersão, colocando-se um micro aspersor por parcela, com vazão de 30 L h<sup>-1</sup>. Após esse período, foi utilizado o sistema de irrigação por gotejamento, com quatro mangueiras por canteiro, espaçadas de 0,20 m e com gotejadores a cada 0,30 m, com vazão de 1,4 L h<sup>-1</sup>. As irrigações foram realizadas diariamente, com lâminas aplicadas com base na evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>), multiplicando-se a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) pelo coeficiente de cultivo (K<sub>c</sub>) (Allen et al., 2006), com lâmina total de 1063 mm no E1 e 1061 mm no E2. Após a emergência das plantas foram realizadas capinas manuais e o controle fitossanitário sempre que necessário.

A adubação de cobertura foi realizada semanalmente via fertirrigação, iniciada aos 17 dias após a germinação e finalizada aos 75 dias após a germinação, com sua distribuição, ao longo do ciclo, estabelecida a partir da marcha de absorção de nutrientes pela cultura da cebola. Aplicando-se durante o ciclo da cultura 180 kg ha<sup>-1</sup> de N; 280 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O; 47,50 kg ha<sup>-1</sup> de Ca; e 13,77 kg ha<sup>-1</sup> Mg, nas formas de ureia, cloreto de potássio, nitrato de cálcio e sulfato de magnésio, respectivamente. O fósforo foi aplicado somente em fundação de acordo com os tratamentos na forma de superfosfato triplo. Como fonte de micronutrientes foi aplicado em fundação 18 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de zinco (35% de Zn e 9% de S), 8 kg ha<sup>-1</sup> de



ácido bórico (17% de B) e em cobertura 1,62 kg ha<sup>-1</sup> do produto comercial Rexolin®, contendo 1,28% de S, 0,86% de Mg, 2,1% de B, 0,36% de Cu, 2,66% de Fe, 2,48% Mn, 0,036% de Mo, 3,38% de Zn, parcelado em três aplicações quinzenais via fertirrigação.

A colheita dos bulbos foi realizada de forma manual aos 118 DAS na E1 e 131 DAS na E2. Quando 70% das plantas tombaram a irrigação foi cessada, iniciando o processo de cura no campo com duração de 20 dias. Em seguida, foi realizado o arranquio das plantas e o toalete, eliminando as folhas e as raízes.

Após a colheita, foi feita a classificação dos bulbos com base no diâmetro transversal conforme as normas do Ministério da Agricultura e do Abastecimento Brasil, (1995) seguida da pesagem por classes referentes a cada parcela para a estimativa de produtividade.

### **3.4. Características avaliadas**

-Teor de fósforo na folha diagnóstica (g kg<sup>-1</sup>): para a determinação do teor de fósforo foliar, foi coletada a folha mais alta de 20 plantas da área útil da parcela na metade do ciclo da cultura, aos 55 DAS. As amostras foram lavadas em água corrente e destilada, em seguida foram secas em estufa com ventilação forçada a 65 °C, até atingir massa constante. Após a secagem, as amostras foram moídas e passaram por digestão sulfúrica, sendo o teor de fósforo medido por colorimetria (Tedesco et al., 1995);

-Massa seca e acúmulo de fósforo na planta: foram coletadas 5 plantas por parcela na época da colheita, fracionadas em folhas e bulbos, lavados, acondicionados separadamente e levados para estufa de circulação de ar forçada, com temperatura regulada à 65° C, até atingir massa constante.

Em seguida as amostras foram processadas em moinho, e determinado o teor de fósforo conforme metodologia de Tedesco et al., (1995). Os resultados das análises forneceram os teores de fósforo em cada fração, que multiplicado pela massa, foi obtido a quantidade deste acumulado. O acúmulo total na planta foi determinado através da soma do acúmulo das frações;

-Produção de bulbos: a classificação comercial de bulbos foi realizada em função do diâmetro transversal, conforme as normas do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (Brasil, 1995) em:

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;

Classe 5: Bulbos com diâmetro > 90 mm;

Refugo: Bulbos duplos ou deformados.

Para a estimativa da produtividade foram considerados os seguintes critérios:

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

- Produtividade de bulbos não comerciais ( $t\ ha^{-1}$ ): através do peso total de bulbos com diâmetro < 35 mm (classe 1), bulbos duplos ou deformados;

- Produtividade total de bulbos ( $t\ ha^{-1}$ ): através da massa total de bulbos colhidos na área útil da parcela;

- Dose econômica de fósforo ( $kg\ ha^{-1}$ ): determinada conforme a metodologia de Raij (1991) e Natale et al. (2011). Calculada com base na derivada da equação de regressão entre a produtividade comercial de bulbos e as doses de fósforo aplicadas, igualando a relação de troca ( $dy/dx = a_1 + 2a_2 =$  relação de troca). A dose mais econômica ( $x'$ ) foi calculada por  $x' = (a_1 - \text{relação de troca})/2 * (-a_2)$ . A relação de troca ou equivalência foi obtida a partir do preço médio de R\$ 1,37 pago por kg de bulbo de cebola no Estado do Rio Grande do Norte na ocasião da colheita dos experimentos (CEASA, 2017) e o custo do kg de  $P_2O_5$  (R\$ 5,43) durante os anos de 2016 e 2017. Dessa maneira a relação de troca usada foi o valor do kg de fósforo/valor do kg de cebola comercializada, igual a  $R\$ 5,43 : R\$1,37 = 3,96$ .

-Índices de eficiência nutricional: a eficiência nutricional do fósforo pelas cultivares de cebola foi calculada segundo metodologia descrita por Fageria (1998), utilizando os índices:

Eficiência agrônômica (EA):

$$EA = (PB_{cf} - PB_{sf})/(QP_a), \text{ expressa em } kg\ kg^{-1}.$$

Em que  $PB_{cf}$  é a produção de bulbos com adubação fosfatada;  $PB_{sf}$  é a produção de bulbos sem adubação fosfatada e  $QP_a$  é a quantidade de fósforo aplicado em  $kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ .

Eficiência fisiológica (EF):

$$EF = (MST_{cf} - MST_{sf})/(AP_{cf} - AP_{sf}), \text{ expressa em } kg\ kg^{-1}.$$

Em que  $MST_{cf}$  é a produção de matéria seca total com adubação fosfatada (kg);  $MST_{sf}$  é a produção de matéria seca total sem adubação fosfatada (kg);  $AP_{cf}$  é o acúmulo de fósforo total com adubação fosfatada (kg) e  $AP_{sf}$  é o acúmulo de fósforo total sem adubação fosfatada (kg).

Eficiência de recuperação (ER):

$$ER = (AP_{cf} - AP_{sf}) / (QP_a), \text{ expressa em kg kg}^{-1}.$$

Em que  $AP_{cf}$  é o acúmulo de fósforo com adubação fosfatada (kg); e  $AP_{sf}$  é o acúmulo de fósforo sem adubação fosfatada (kg) e  $QP_a$  é a quantidade de fósforo aplicado em  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ .

Eficiência de utilização (EU):

$$EU = EF \times ER, \text{ expressa em kg kg}^{-1}.$$

Em que EF é a eficiência fisiológica e ER a eficiência de recuperação.

### **3.5. Análises estatísticas**

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F, a 5% de probabilidade. A comparação dos dois experimentos foi realizada por meio de análise conjunta. Quando houve efeito significativo para os fatores qualitativos (cultivares e época de cultivo), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar (Ferreira, 2011). A análise do fator quantitativo (doses de fósforo) foi realizada por meio de regressão utilizando o software Table Curve 2D v5.01 (Jandel Scientific, 1991).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Produção de bulbos de cebola

A interações dos fatores cultivares, doses de P e épocas foi significativa para bulbos classe 1, refugo e produtividade não comercial. Para a produtividades comercial e total foi significativa as interações duplas entre os fatores estudados, e para bulbos classes 2 e 4, a interação dos fatores época e dose, cultivar e dose. A classe 3, a interação significativa entre época e cultivar e o fator dose isoladamente (Tabela 2).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para as características refugo (REF), classe 1 (C1), classe 2 (C2), classe 3 (C3), classe 4 (C4), produtividade total (PT), produtividade comercial (PC) e produtividade não comercial (PNC). Mossoró. UFEERSA, 2018.

F.V.	G.L.	FC			
		REF	C1	C2	C3
Bloco (Época)	6	0,45 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>	1,50 <sup>ns</sup>
Época (E)	1	12,88**	40,64**	83,67**	1,92 <sup>ns</sup>
Cultivar (C)	1	302,55**	4,54*	6549**	9,41**
Dose (D)	5	23,25**	65,78**	9,35**	169,76**
E x C	1	7,97**	13,53**	1,07 <sup>ns</sup>	27,84**
E x D	5	6,36**	10,79**	8,19**	2,01 <sup>ns</sup>
C x D	5	11,96**	3,66**	6,42**	0,74 <sup>ns</sup>
E x C x D	5	7,16**	4,10**	1,32 <sup>ns</sup>	1,78 <sup>ns</sup>
CV (%)		45,08	42,87	25,81	15,22
F.V.	G.L.	C4	PT	PC	PNC
Bloco (Época)	6	1,31 <sup>ns</sup>	1,38 <sup>ns</sup>	1,52 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>
Época (E)	1	12,45**	5,18*	1,03 <sup>ns</sup>	48,78**
Cultivar (C)	1	144,70**	168,22**	108,35**	205,72**
Dose (D)	5	14,37**	222,37**	229,88**	7,33**
E x C	1	3,55 <sup>ns</sup>	8,59**	8,26**	0,13 <sup>ns</sup>
E x D	5	2,46*	6,12**	4,67**	10,60**
C x D	5	7,36**	3,74**	3,12**	4,51**
E x C x D	5	1,25 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>	5,58**
CV (%)		58,25	11,00	11,76	29,69

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade

<sup>ns</sup>Não significativo

A produção de bulbo refugo (REF) em função das doses de fósforo ajustou-se a modelo quadrático de regressão para cultivar Rio das Antas, nas duas épocas de cultivo. Os máximos estimados foram respectivamente de 7,01 e 10,08 t ha<sup>-1</sup> nas doses de 177,2 e 300 kg

ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na época 1 (E1) e época 2 (E2). Para IPA11 não se ajustou nenhum modelo matemático, com médias de 0,50 t ha<sup>-1</sup> (E1) e 0,72 t ha<sup>-1</sup> (E2) (Figura 2A e 2B).

A produção de REF na cultivar Rio das Antas foi superior a IPA11, nas duas épocas de cultivo e na maioria das doses de fósforo (Tabela 3).

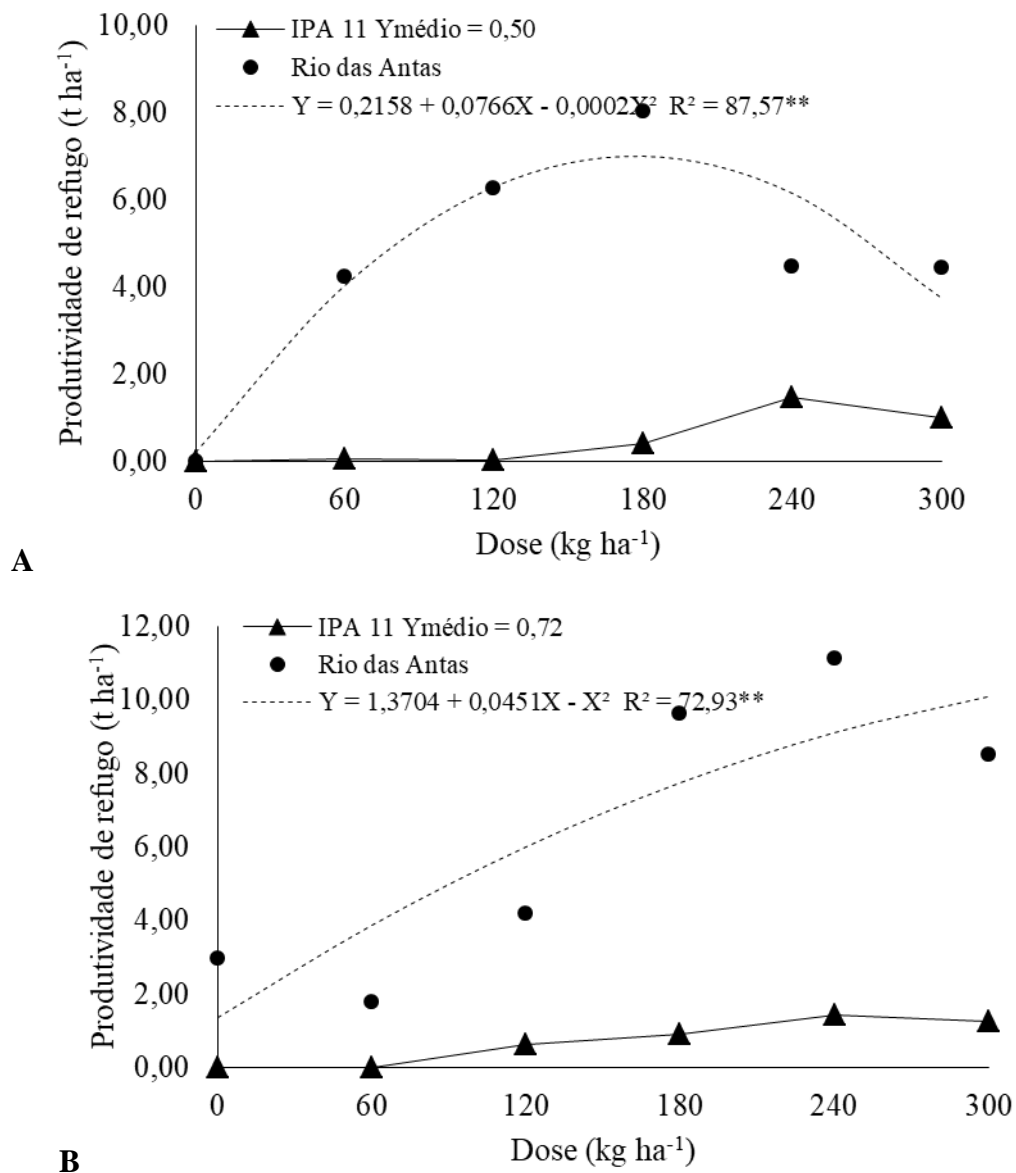


Figura 2 - Produtividade de refugos (REF) em função das doses de fósforo na época 1 (A) e época 2 (B), das cultivares de cebola IPA11 (▲) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

Tabela 3 - Valores médios da produtividade de refugos (REF), classe 1 (C1) e produtividade não comercial (PNC) em cultivares de cebola em função das doses de fósforo e épocas de plantio. Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

Dose (kg ha <sup>-1</sup> )	Época	REF (t ha <sup>-1</sup> )		CL1 (t ha <sup>-1</sup> )	
		IPA 11	Rio das Antas	IPA 11	Rio das Antas
0	1	0,00 Aa	0,00 Ba	1,57 Bb	5,30 Ba
	2	0,00 Ab	2,98 Aa	8,25 Aa	6,99 Aa
60	1	0,07 Ab	4,24 Aa	2,65 Aa	1,50 Aa
	2	0,00 Aa	1,80 Ba	3,18 Aa	2,97 Aa
120	1	0,03 Ab	6,27 Aa	0,89 Aa	0,78 Aa
	2	0,65 Ab	4,19 Ba	1,71 Aa	0,69 Aa
180	1	0,42 Ab	8,02 Aa	1,61 Aa	0,55 Aa
	2	0,93 Ab	9,62 Aa	2,49 Aa	1,22 Ab
240	1	1,49 Ab	4,47 Ba	0,87 Aa	0,42 Aa
	2	1,43 Ab	11,12 Aa	1,97 Aa	0,70 Aa
300	1	1,00 Ab	4,45 Ba	0,68 Aa	0,42 Aa
	2	1,28 Ab	8,50 Aa	1,77Aa	0,39 Ab
Dose (kg ha <sup>-1</sup> )	Época	PNC (t ha <sup>-1</sup> )			
		IPA 11	Rio das Antas		
0	1	1,57 Bb	5,30 Ba		
	2	8,25 Aa	9,97 Aa		
60	1	2,72 Ab	6,74 Aa		
	2	3,18 Aa	4,77 Aa		
120	1	0,91 Ab	7,05 Ba		
	2	2,36 Ab	4,88 Aa		
180	1	2,03 Ab	8,57 Ba		
	2	3,42 Ab	10,84 Aa		
240	1	2,35 Ab	4,89 Ba		
	2	3,40 Ab	11,82 Aa		
300	1	1,68 Ab	4,88 Ba		
	2	3,05 Ab	8,89 Aa		

\*médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As produções máximas de bulbos classe 1 (C1) para Rio das Antas foram verificadas na ausência da aplicação de fósforo, sendo respectivamente de 5,08 e 6,46 t ha<sup>-1</sup> na E1 e E2. Para a IPA11, na E1 nenhum modelo matemático foi ajustado e na E2 máximo estimado de 7,42 t ha<sup>-1</sup> foi obtido também na ausência de fósforo (Figuras 3).

Esse resultado pode ser explicado devido a exigência da cultura pelo nutriente nos estádios iniciais do desenvolvimento, pois quando o nível de fosforo encontra-se a baixo dos

mínimos exigidos, ocorre limitação do crescimento da planta, ao ponto do porte da mesma não ser capaz de suprir as demandas do bulbo.

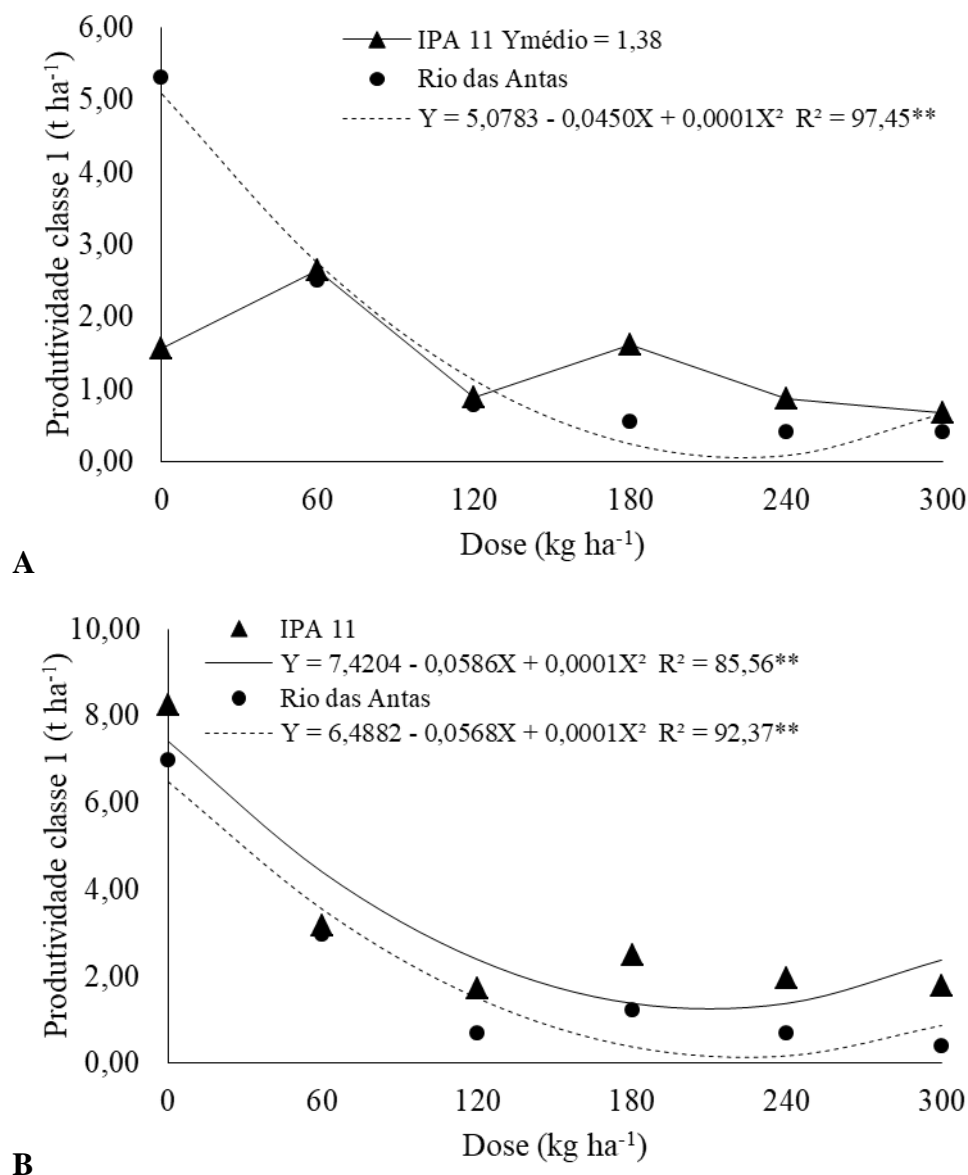


Figura 3 - Produtividade de classe 1 (C1) em função das doses de fósforo na época 1 (A) e época 2 (B), das cultivares de cebola IPA11 (▲) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

De acordo com Raij (2011), o fósforo está intimamente relacionado aos processos da fotossíntese, respiração, armazenamento, transferência de energia e divisão celular, assim o suprimento adequado desde o início do desenvolvimento vegetal é importante para formação das partes reprodutivas e de reserva, influenciando na qualidade de frutas, hortaliças e sementes.

Na E1, observou-se diferença estatística entre as cultivares para C1, apenas na dose 0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na qual a Rio das Antas foi superior a IPA11. Na E2, diferiu estatisticamente somente nas doses 180 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, com a IPA11 superior a Rio das Antas (Tabela 3).

De acordo com Brasil (1995), todo bulbo com diâmetro menor que 35 mm é classificado como classe 1 e considerado refugo. No entanto existem outros casos nos quais se considera o bulbo como refugo, como é o caso do bulbo duplo, bulbo deformado e ainda o “charuto”. Para obtenção de uma visão mais ampla acerca do valor quantitativo da produtividade de bulbos considerados refugo dentro de cada tratamento foi feita essa subdivisão. Assim, foi possível notar que em todos os tratamentos nos quais foi utilizada adubação fosfatada, o híbrido Rio das Antas atingiu maior produtividade de bulbos duplos e deformados quando comparado a cultivar IPA11, mostrando uma possível melhor adaptação as condições ambientais locais desta última em relação ao híbrido.

A presença de grande quantidade de bulbos duplos na produtividade total pode influenciar na redução dos preços pagos, já que essa característica é considerada um defeito fisiológico que diminui a atratividade do produto (CEAGESP, 2001). Os bulbos duplos normalmente são provenientes de meristemas que surgem lateralmente e permanecem dormentes durante a fase vegetativa, desenvolvendo-se somente durante a bulbificação, tais plantas, produzem dois ou até mais bulbos de forma irregular, geralmente recoberto por única película (Khokhar et al., 2002).

Silva (2012), testando diferentes doses de adubação mineral e orgânica com a cultivar IPA11 nas condições de Mossoró-RN, verificou maior produtividade de bulbos classe 1 com a dose de 22,5 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (6,01 t ha<sup>-1</sup>), resultado semelhante ao apresentado neste trabalho na ausência de adubação fosfatada, demonstrando que em condições de baixa disponibilidade desse nutriente, há tendência de aumento de produtividade de bulbos pertencentes a esta classe.

Costa (2008), avaliando a produtividade de cultivares de cebola sob diferentes doses de fósforo no Vale do São Francisco, observou que a dose de 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, proporcionou a produção de bulbos classe 1 de 2,44%; 5,80% e 2,89% para as cultivares Brisa IPA12; Franciscana IPA10 e Alfa São Francisco, respectivamente. No presente trabalho foram observados valores médios para a IPA11 de 6,37% e para a Rio das Antas 5,80%, com a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, percentagens próximas a encontrada por Costa (2008) na cultivar Franciscana IPA10, e superiores as demais cultivares estudadas por esse autor (Brisa IPA12 e



Alfa São Francisco), mostrando a influência dos diferentes genótipos para a expressão dessa característica.

Para a produtividade de bulbos classe 2 (C2), a cultivar IPA11 apresentou comportamento quadrático, com máximo estimado de 14,22 t ha<sup>-1</sup> na dose 186,04 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Não ajustou-se nenhum modelo para a Rio das Antas (média de 7,62 t ha<sup>-1</sup>) (Figura 4).

Nas doses 0 e 60 kg ha<sup>-1</sup> as cultivares não diferiram estatisticamente, entretanto nas doses seguintes foi observado diferença entre as cultivares, obtendo a IPA11 uma maior produtividade de C2 comparado a Rio das Antas (Tabela 4).

Novo Júnior (2014), estudando diferentes doses de fósforo para a cultivar IPA11 nas condições de Mossoró-RN, obteve percentual médio de 19,73% de C2. Valores diferentes foram obtidos por Harms (2015), que utilizando 75 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, encontrou percentagens altas (média de 50,79%) de bulbos C2.

Esses resultados evidenciam a capacidade que o híbrido Rio das Antas tem em produzir bulbos maiores, comparado a cultivar IPA11, desde que haja boa disponibilidade de fósforo, mais uma vez comprovando a influência desse nutriente na qualidade da produção.

De acordo com Baier et al. (2009), a classificação dos bulbos em relação ao diâmetro é um indicador qualitativo da produtividade. A produção de bulbos C2, não é desejável, pois o preço pago ao produtor é inferior a C3.

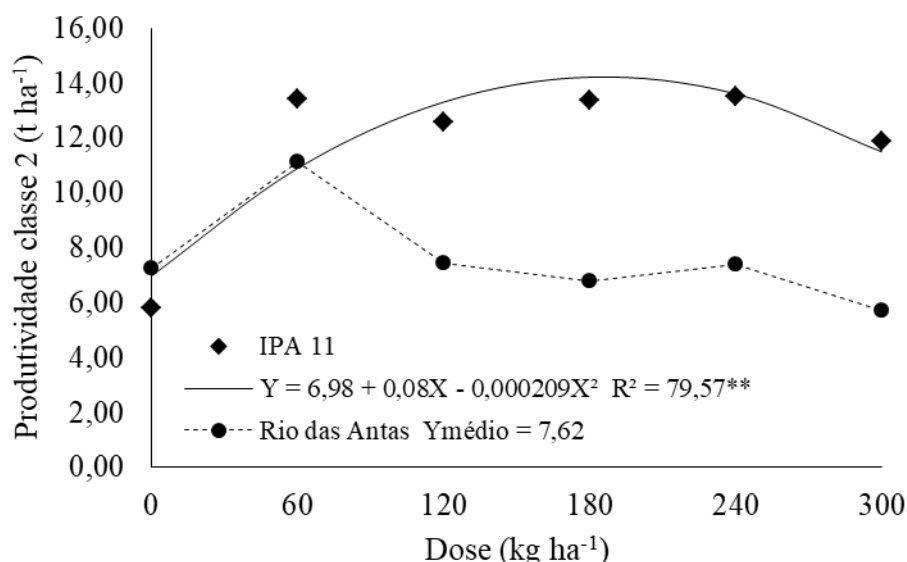


Figura 4 - Produtividade de classe 2 (C2) em função das doses de fósforo e cultivares de cebola IPA11 (♦) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

Tabela 4 - Valores médios de produtividade total (PDT), produtividade comercial (PDC), produtividade de bulbo classe 2 (C2), produtividade de bulbo classe 4 (C4) e folha diagnóstica (FD) de cultivares de cebola em função das doses de fósforo. Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

Dose (kg ha <sup>-1</sup> )	PDT (t ha <sup>-1</sup> )		PDC (t ha <sup>-1</sup> )		C2 (t ha <sup>-1</sup> )	
	Cultivar		Cultivar		Cultivar	
	IPA 11	R. das Antas	IPA 11	R. das Antas	IPA 11	R. das Antas
0	12,01 a	18,29 a	7,11 a	10,66 a	5,79 a	7,27 a
60	58,78 b	84,20 a	55,83 b	78,45 a	13,40 a	11,13 a
120	77,13 b	106,03 a	75,50 b	100,07 a	12,56 a	7,43 b
180	82,42 b	108,93 a	79,70 b	99,23 a	13,36 a	6,78 b
240	81,31 b	106,07 a	78,44 b	97,71 a	13,53 a	7,41 b
300	82,25 b	104,67 a	79,89 b	97,79 a	11,89 a	5,70 b

Dose (kg ha <sup>-1</sup> )	C4 (t ha <sup>-1</sup> )		FD (g kg <sup>-1</sup> )	
	Cultivar		Cultivar	
	IPA 11	R. das Antas	IPA 11	R. das Antas
0	0,00 a	0,00 a	2,77 a	2,84 a
60	1,84 b	20,53 a	3,63 a	3,98 a
120	2,72 b	29,04 a	5,36 a	4,79 b
180	7,01 b	32,57 a	5,65 a	5,05 b
240	4,39 b	22,37 a	6,70 a	6,03 b
300	4,68 b	19,82 a	7,14 a	6,79 a

\*médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A produção de bulbos classe 3 (C3) em função das doses de fósforo ajustou-se a modelo de regressão, com máximo estimado de 69,62 t ha<sup>-1</sup> com a dose de 226,3 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. O incremento em relação a tratamento sem aplicação de fósforo foi de aproximadamente 89% (Figura 5).

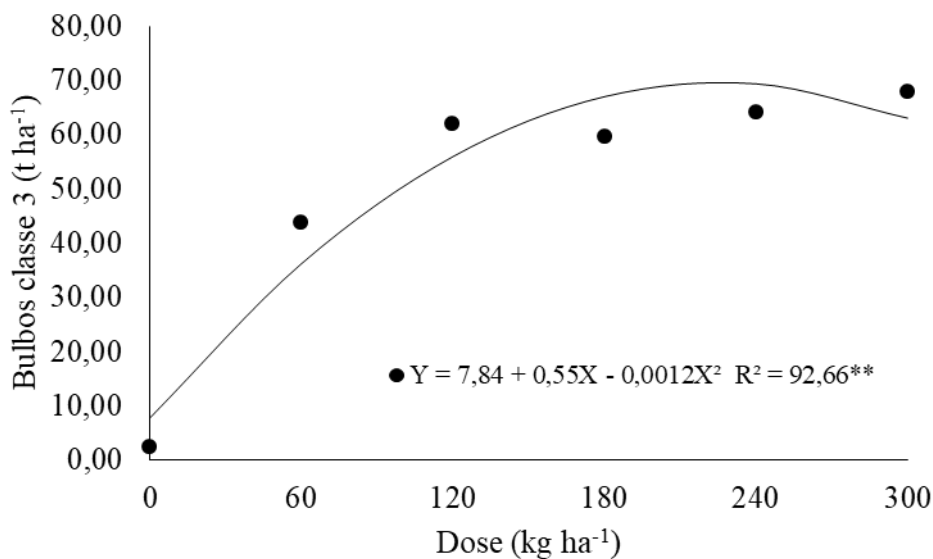


Figura 5 - Produtividade de classe 3 (C3) em função das doses de fósforo. Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

Tabela 5 - Valores médios de produtividade total (PDT), produtividade comercial (PDC), massa seca da folha (MSF), produtividade de bulbo classe 4 (C4) e produtividade de bulbo classe 2 (C2), em função das doses de fósforo e épocas de plantio. Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

Dose (kg ha <sup>-1</sup> )	PDT (t ha <sup>-1</sup> )		PDC (t ha <sup>-1</sup> )		C2 (t ha <sup>-1</sup> )	
	Época		Época		Época	
	1	2	1	2	1	2
0	4,64 b	25,67 a	1,21 b	16,56 a	0,92 b	12,15 a
60	71,59 a	71,39 a	66,86 a	67,41 a	10,31 b	14,22 a
120	90,60 a	92,56 a	86,63 a	88,94 a	7,94 b	12,05 a
180	100,87 a	90,48 b	95,57 a	83,36 b	7,47 b	12,68 a
240	92,60 a	94,78 a	88,98 a	87,18 a	8,97 b	11,98 a
300	88,98 b	97,94 a	85,71 a	91,98 a	8,53 a	9,06 a

Dose (kg ha <sup>-1</sup> )	C4 (t ha <sup>-1</sup> )		MSF (g plt <sup>-1</sup> )	
	Época		Época	
	1	2	1	2
0	0,00 a	0,00 a	0,82 b	1,69 a
60	14,02 a	8,35 a	2,97 a	2,32 b
120	20,46 a	11,30b	2,57 a	2,75 a
180	26,63 a	12,96 b	2,44 b	2,80 a
240	13,37 a	13,39 a	2,31 b	2,79 a
300	13,22 a	11,28 a	2,23 b	3,16 a

\*médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Com o aumento das doses de fósforo, nota-se redução na produtividade de bulbos menores (classes 1 e 2), e o aumento da C3, sendo este, um comportamento favorável para a cultura da cebola, haja visto bulbos desta classe é preferido pelos consumidores e tem melhor preço no mercado, praticamente o dobro das demais classes. De acordo Reghin et al. (2004), o diâmetro do bulbo é uma característica de grande relevância, pois reflete a qualidade comercial, e conseqüentemente a cotação do produto.

Marrocos (2015) utilizando a cultivar IPA11 no município de Mossoró-RN, obteve média de 74,44% de bulbos C3 da produtividade total, com adubação fosfatada de 135 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Novo Júnior (2014), estudando diferentes doses de fósforo para a cultivar IPA11 também nas condições de Mossoró-RN, obteve 75,96% do total produzido de bulbos C3, aplicando 135 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. O presente trabalho teve resposta semelhante aos trabalhos

citados anteriormente, com 76,20% e 69,23% de bulbos C3 em relação a produtividade total, para as épocas 1 e 2 respectivamente.

Na E1 não houve diferença estatística entre as cultivares para produção de bulbos C3, enquanto que, na E2 a cultivar Rio das Antas foi superior a IPA11 (Tabela 6).

Tabela 6 - Valores médios de produtividade total (PDT), produtividade comercial (PDT), produtividade de bulbo classe 3 (C3), massa seca da folha (MSF) e folha diagnóstica (FD) de cultivares de cebola em função das épocas de plantio. Mossoró, RN. UFRSA, 2018.

Cultivar	PDT (t ha <sup>-1</sup> )		PDC (t ha <sup>-1</sup> )		C3 (t ha <sup>-1</sup> )	
	Época		Época		Época	
	1	2	1	2	1	2
IPA 11	66,22 Ba	65,09 Ba	64,34 Ba	61,14 Ba	50,57 Aa	44,53 Bb
Rio das Antas	83,54 Ab	92,52 Aa	77,31 Ab	83,99 Aa	47,14 Ab	57,47 Aa

Cultivar	MSF (g plt <sup>-1</sup> )		FD (g kg <sup>-1</sup> )	
	Época		Época	
	1	2	1	2
IPA 11	2,26 Ab	2,75 Aa	5,86 Aa	4,55 Ab
Rio das Antas	2,18 Ab	2,41 Ba	5,22 Ba	4,60 Ab

\*médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na produtividade de bulbos classe 4 (C4), para Rio das Antas, se ajustou modelo quadrático, com máximo estimado de 31,33 t ha<sup>-1</sup> na dose 177,3 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Enquanto, a IPA11 não ajustou-se nenhum modelo (média de 3,44 t ha<sup>-1</sup>) (Figura 6). Na ausência de fósforo, não houve produção de bulbos C4, nas duas cultivares. Nas demais doses, a Rio das Antas foi superior (Tabela 4).

Esses resultados corroboram com os apontados nas classes anteriores, confirmando a capacidade que o híbrido Rio das Antas tem em produzir bulbos maiores, em relação a cultivar IPA11. No entanto, deve-se atentar para a exigência do consumidor que prefere bulbos C3.

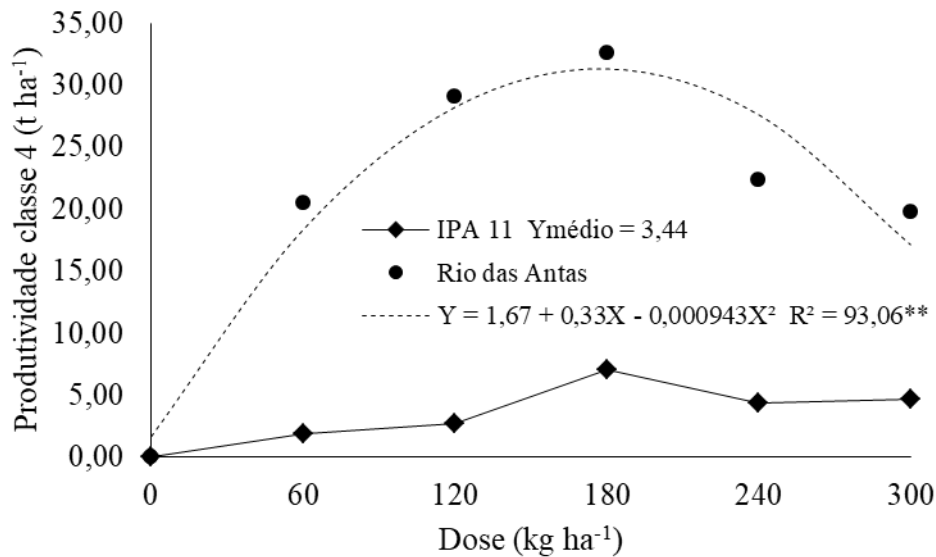


Figura 6 - Produtividade de classe 4 (C4) em função das doses de fósforo e cultivares de cebola IPA11 (◆) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

Rodrigues et. al (2015), utilizando 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nas condições de Mossoró-RN com a cultivar IPA11, obteve máximo de 4,5% de bulbos C4. Marrocos (2015) também no mesmo município para a mesma cultivar, conseguiu 3,24% de C4, com a dose de 135 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. No presente trabalho, os valores foram superiores ao observado pelos referidos autores, com 8,51% para a IPA11 e 29,90% para a Rio das Antas.

Entre as épocas, verificou-se diferença estatística apenas nas doses 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, obtendo na E1 uma maior produtividade de bulbos C4 em comparação a E2. Enquanto as demais doses não apresentaram diferença entre as épocas (Tabela 5).

As médias da produtividade total (PDT) de bulbos se ajustaram ao modelo quadrático de regressão para as duas cultivares. Os máximos estimados foram de 88,33 e 117,28 t ha<sup>-1</sup> obtidos com as doses de 216,3 e 205,2 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para IPA11 e Rio das Antas, respectivamente (Figura 7). A PDT da cultivar Rio das Antas foi superior a IPA11, em todas as doses de fósforo, não diferindo significativamente no tratamento sem adubação fosfatada (Tabela 5). Essa diferença de resposta à adubação fosfatada encontrada entre as cultivares pode ser atribuída ao comportamento genético superior dos híbridos em relação às cultivares de polinização aberta.

O incremento da produtividade de cebola com a adição de adubo fosfatado pode ser atribuído ao fato da área onde foram conduzidos os experimentos apresentar níveis de fósforo (Mehlich) de 4,5 mg dm<sup>-3</sup> na E1 e 4,4 mg dm<sup>-3</sup> na E2 (Tabela 1), que são considerados baixos conforme Costa et al. (1998) para o Estado de Pernambuco. De acordo com Alt et al. (1999),

solos com baixo teor de fósforo, apresentam aumento no rendimento em resposta à mínima fertilização fosfatada, principalmente em solo arenoso.

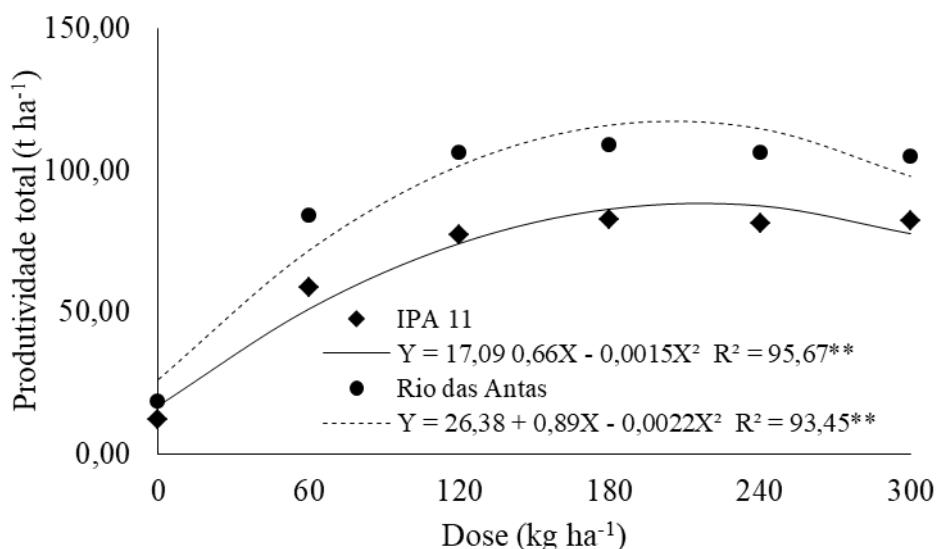


Figura 7 - Produtividade total (PDT) de bulbo em função das doses de fósforo e cultivares de cebola IPA11 (♦) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

Em relação às épocas, houve diferença nas doses 0 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, com a E2 superior a E1, e na dose 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, com a E1 mostrando-se superior. Para as demais doses não houve diferença entre as épocas na produtividade total (Tabela 5).

As médias da PDT nas duas épocas apresentaram diferença estatística entre as cultivares, com a cultivar Rio das Antas sendo superior a IPA11. Os valores observados na E1 e E2 foram 66,22 e 65,09 t ha<sup>-1</sup> para a IPA11 e 83,54 e 92,52 t ha<sup>-1</sup> para a Rio das Antas, respectivamente (Tabela 6).

As menores temperaturas registradas na E2, podem ter favorecido a maior PDT de bulbos em relação a E1 (Figura 1). Em função da menor temperatura, o ciclo na E2 foi um pouco maior, 13 dias a mais do que na E1, e as plantas em todos os tratamentos apresentaram maior crescimento, inclusive na ausência de fósforo. Segundo Silva (2015), a temperatura é um fator determinante no cultivo da cebola, sendo capaz de influenciar a formação dos bulbos, que é retardada em condição de baixa temperatura, produzindo bulbos de maior tamanho e consequente aumento da produtividade.

Nas duas épocas, as plantas de cebola mostraram sintomas característicos da deficiência de fósforo, ou seja, plantas e bulbos de tamanho reduzidos, folhas mais velhas

mostram-se amareladas, sendo que na E1, esses sintomas foram mais acentuados, inclusive com mortes de plantas após a germinação.

A PDT de cebola para as interações cultivar x dose e época x dose apresentaram comportamento quadrático, sugerindo a existência de efeito negativo nas doses elevadas de fósforo. De acordo com Marschner (2002), a concentração muito alta desse nutriente na solução do solo pode diminuir o processo fotossintético, em função da exportação excessiva de triose-P da mitocôndria para o citossol, que por sua vez dificulta a regeneração da RuBP e, como consequência, a fixação de CO<sub>2</sub> na fotossíntese.

Além disso, doses elevadas de fósforo no solo podem afetar negativamente a absorção de nutrientes, devido a precipitação destes, influenciando assim, no desenvolvimento satisfatório das plantas (Vidigal, 2002). Segundo Malavolta (2006), altas doses de adubos fosfatados causam excesso do acúmulo de fósforo nas plantas, que geralmente não apresentam sinais visíveis no campo, mas que pode induzir deficiência nutricional de micronutrientes, como: zinco, ferro, cobre e manganês, podendo ocasionar queda na produtividade.

A produtividade comercial (PDC) também apresentou efeito quadrático em resposta a adubação fosfatada, com máximos estimados de 86,20 t ha<sup>-1</sup> obtido com a dose 215,4 kg ha<sup>-1</sup> para a cultivar IPA11 e 109 t ha<sup>-1</sup> com 208,8 kg ha<sup>-1</sup> para a Rio das Antas (Figura 8). Semelhantemente a PDT, a cultivar Rio das Antas foi superior a IPA11, em todas as doses de fósforo, não diferindo significativamente no tratamento sem adubação fosfatada (Tabela 5).

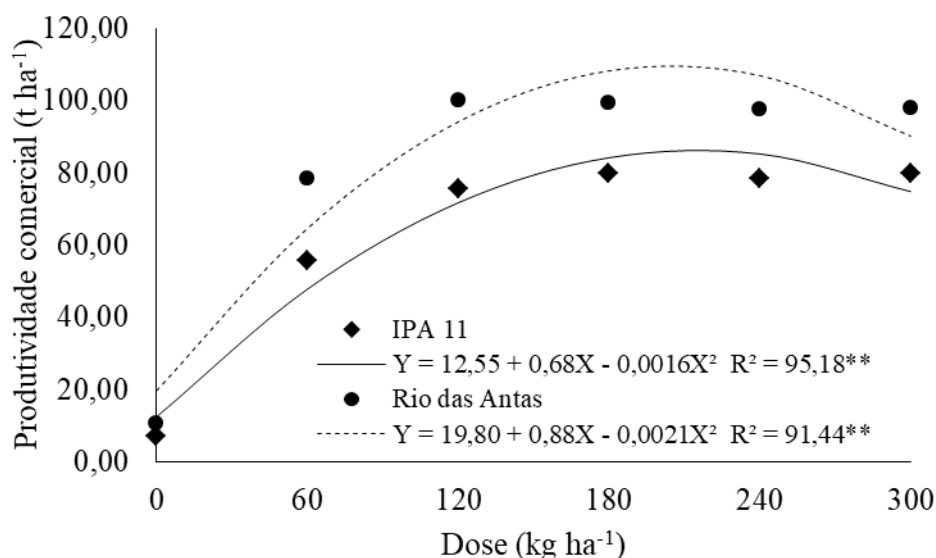


Figura 8 - Produtividade comercial (PDC) de bulbo em função das doses de fósforo e cultivares de cebola IPA11 (◆) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

Os resultados encontrados no presente trabalho foram superiores a média nacional (29,65 t ha<sup>-1</sup>), da Região Nordeste (28,01 t ha<sup>-1</sup>) e do Estado do Rio Grande do Norte, que é de 8,13 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2018). Essa produtividade satisfatória conseguida deve-se as tecnologias aplicadas na condução do trabalho, como o uso de cultivares adaptadas, semeadura direta, cultivo adensado, adubação fracionada semanalmente via água de irrigação e demais tratos culturais realizados criteriosamente, sempre que necessário. Santos (2017) encontrou resultados próximos aos aqui expostos aplicando 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, para as mesmas cultivares e espaçamento com PDT de 86,52; 96,52; 94,95 t ha<sup>-1</sup> e PDC de 84,55; 95,55; 94,58 t ha<sup>-1</sup> para as cultivares IPA 11, Rio das Antas e Serena, respectivamente.

Os valores de PDT são superiores ao encontrado por Costa et al. (2008) para cultivar Alfa Tropical (13,2 t ha<sup>-1</sup>) em Juazeiro-BA. Avaliando as cultivares Red Creole, Baia Periforme e Primavera, Silva (2015), observou resposta linear com produtividade de 14,23; 21,90 e 21,61 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para a dose de 400 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em solo com 9,1 mg dm<sup>-3</sup> de P no município de Dianópolis-TO. Abdissa et al. (2011), realizando estudos no Nordeste da Etiópia para verificar o efeito de diferentes níveis de adubação fosfatada em solo com 16,02 mg dm<sup>-3</sup> de P, obteve para a cultivar Bombay 37,14 e 28,26 ton ha<sup>-1</sup> de produtividade total e comercial, respectivamente. Mekonnen et al. (2017), em experimento com cultivar Adama Red obteve PDT de 58,74 t ha<sup>-1</sup> e PDC de 57,77 t ha<sup>-1</sup> com 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Resende (2016) observou PDC nas cultivares Franciscana IPA10 (74,6 t ha<sup>-1</sup>) e Vale Ouro IPA11 (76,1 t ha<sup>-1</sup>) aplicando 135 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em solo com teor de P (Mehlich) de 23,8 mg dm<sup>-3</sup>, produtividade próxima a encontrada neste trabalho pela cultivar IPA11 (79,67 t ha<sup>-1</sup>). Resultado superior ao apresentado por Marrocos (2015) para a IPA11, que obteve 51,30 t ha<sup>-1</sup> com a dose 135 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (teor de P de 23,8 mg dm<sup>-3</sup>). Bettoni et al., (2013) encontraram testando sete cultivares de cebola em sistema orgânico no Paraná, produtividade máxima de 14,85 ton ha<sup>-1</sup>. Já Wamser et al. (2011) avaliando doses de fósforo e métodos de plantio, observou na cultivar de cebola crioula Mercosul, máxima PDC na dose de 180 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, correspondente a 26,9 e 23,6 t ha<sup>-1</sup> utilizando a semeadura direta e transplântio de mudas respectivamente.

A dose econômica de fósforo para a maior produtividade comercial de cebola foi obtida através da equação de regressão da Figura 10 ( $Y = 12,55 + 683,80X - 0,0016X^2$ ) para a cultivar IPA11  $(683,80 - 3,96)/(2*0,0016) = 212,45$  kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

A receita prevista em função dessa dose econômica pode ser determinada pelo incremento da produção de bulbos de 79,09 t ha<sup>-1</sup> (produtividade comercial na dose mais



econômica de fósforo de 86,20 t ha<sup>-1</sup> menos a produtividade obtida no tratamento sem adubação fosfatada igual a 7,11 t ha<sup>-1</sup>) ao subtrair do custo do adubo fosfatado usando a cebola como moeda (212,45 kg \* R\$ 5,43 = 1.153,60/1,37 = 842 kg ha<sup>-1</sup> ou 0,842 t ha<sup>-1</sup>), resulta na receita de 78,25 t ha<sup>-1</sup> de bulbos, o que equivale a uma receita de R\$ 107.202,5 (78.250 kg ha<sup>-1</sup> \* R\$ 1,37).

Repetindo-se o mesmo processo para a cultivar Rio das Antas, observa-se a dose mais econômica de 207,65 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, com a receita prevista de 97,53 t ha<sup>-1</sup> de bulbos, que representa uma receita de R\$ 133.616,1.

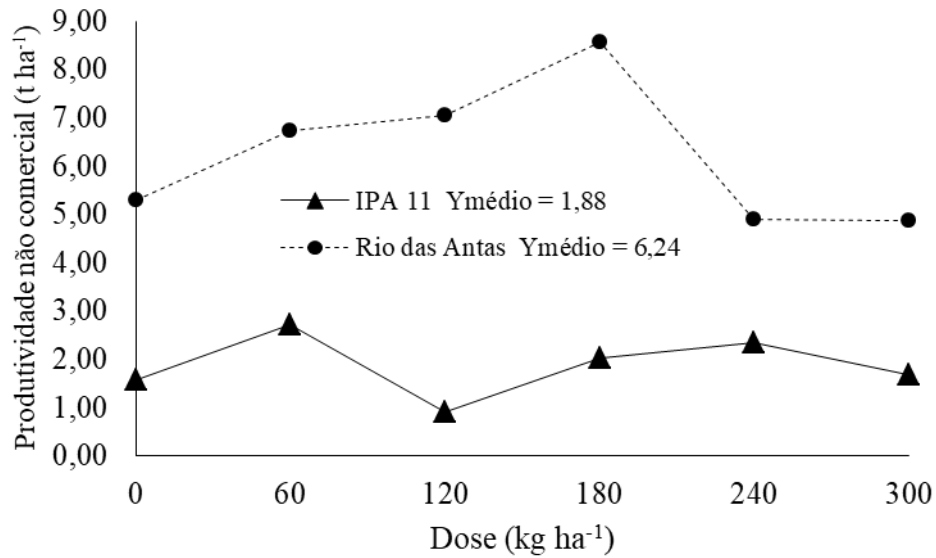
A dose mais econômica representa a quantidade do fertilizante para a obtenção da máxima receita por área. Entretanto no presente trabalho esses valores ficaram bem próximos da máxima produtividade física, com 98,6% e 99,4% para as respectivas cultivares, possivelmente devido a elevada produtividade alcançada aliada ao preço médio satisfatório praticado pelo mercado nessa época. Todavia essa redução na aplicação do insumo sem queda significativa da produtividade gera ganhos econômicos e ambientais, haja vista que os adubos fosfatados representam uma fonte não renovável essencial para a manutenção da agricultura nos padrões atuais. Ainda, de acordo com Raij (1991), baseado na Lei dos Incrementos Decrescentes, a adubação mais indicada é a que proporciona o maior lucro ao produtor, portanto a mais econômica.

Os resultados obtidos entre as épocas reportaram diferença estatística para PDC na dose 0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, com a E2 superior, enquanto na dose 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a E1 apresentou-se superior. Nas demais doses não houve diferença entre as épocas na PDC (Tabela 5).

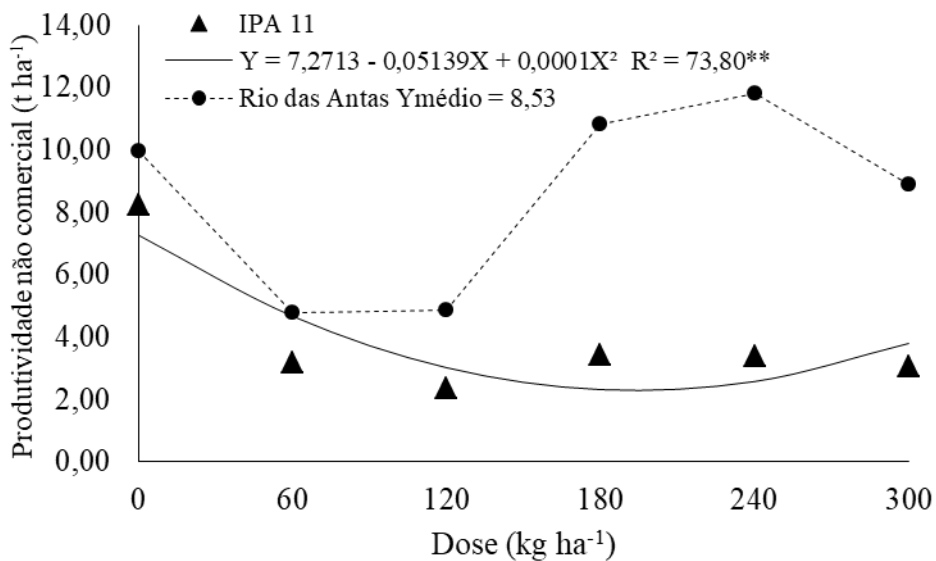
Relacionado às épocas, houve diferença para a característica PDC, com o híbrido Rio das Antas superior a IPA11 nas duas épocas. Os valores observados na E1 foram 64,34 e 77,31 t ha<sup>-1</sup> e na E2 61,14 e 83,99 t ha<sup>-1</sup> para a IPA11 e Rio das Antas, respectivamente. No desdobramento das cultivares dentro das épocas, a cultivar IPA11 não diferiu entre as épocas. Entretanto na Rio das Antas houve diferença, com a E2 sendo superior, alcançando acréscimo de 6,68 t ha<sup>-1</sup> de PDC em relação a E1, comportamento semelhante ao observado na PDT (Tabela 6). Com base nesses resultados, nota-se que a Rio das Antas foi beneficiada com os dias de menor temperatura e umidade relativa ocorridos na E2, e considerados atípicos na região. Ao mesmo tempo, percebe-se pequena oscilação da PDC na cultivar IPA11 com essa leve e pontual mudança do clima.

Para a produtividade não comercial (PNC) em função das doses de fósforo na E1, os dados não se ajustaram a nenhum modelo matemático, as médias obtidas foram 1,88 e 6,24 t

ha<sup>-1</sup> para as cultivares IPA11 e Rio das Antas, respectivamente. Na E2, a IPA11 apresentou comportamento quadrático, com máximo estimado de 7,27 t ha<sup>-1</sup> na dose 0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, já a Rio das Antas obteve média de 8,53 t ha<sup>-1</sup> (Figuras 9A e 9B).



**A**



**B**

Figura 9 - Produtividade não comercial (PNC) em função das doses de fósforo na época 1 (A) e época 2 (B), das cultivares de cebola IPA11 (▲) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

Na E1, houve diferença estatística para a PNC, com a Rio das Antas superior a IPA11. Os menores valores encontrados foram 0,91 (120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 4,88 t ha<sup>-1</sup> (300 kg ha<sup>-1</sup> de

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), enquanto os maiores foram 2,72 (60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 8,57 (180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) para as cultivares IPA11 e Rio das Antas, respectivamente. Para a E2 apenas nas doses 0 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> não apresentaram diferença estatística entre as cultivares, havendo nas demais doses superioridade da Rio das Antas. As menores PNC observadas foram 2,36 (120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 4,77 t ha<sup>-1</sup> (60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), já as maiores foram 8,25 (0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 11,82 (240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) para as cultivares IPA11 e Rio das Antas, na respectiva ordem (Tabela 3).

Observa-se para a IPA11 que entre as épocas houve diferença estatística apenas na dose 0 kg ha<sup>-1</sup>, com a E2 superior a E1. Na cultivar Rio das Antas apenas a dose 60 kg ha<sup>-1</sup> não diferiu, as demais doses diferiram estatisticamente, exibindo a superioridade da E2 em relação a E1 (Tabela 3). Esses resultados acompanham os encontrados para a PDT e PDC, que mostram a superioridade da E2.

Santos (2017) obteve valores inferiores de PNC ao aplicar dose de 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nas cultivares IPA11 (1,97 t ha<sup>-1</sup>), Rio das Antas (0,96 t ha<sup>-1</sup>) e Serena (0,37 t ha<sup>-1</sup>) em solo com 15,59 mg dm<sup>-3</sup> de fósforo no município de Mossoró/RN. Novo Júnior (2013), no mesmo município para a cultivar IPA11, observou comportamento linear decrescente da PNC, com o menor valor (0,36 t ha<sup>-1</sup>) obtido na dose 168,75 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Valores mais aproximados ao presente trabalho foram encontrados por Silva (2012) e Harms et al. (2015), com 6,01 e 5,90 t ha<sup>-1</sup>.

#### **4.2. Acúmulo de massa seca, de fósforo na planta e teor de fósforo na folha diagnóstica**

A análise de variância revelou interação significativa entre os fatores época, cultivar e dose para as características massa seca de bulbo, massa seca total, acúmulo de fósforo na folha, acúmulo de fósforo no bulbo e acúmulo de fósforo total. Para a massa seca da folha houve interação entre os fatores época e cultivar e para época e dose. Quanto ao acúmulo de fósforo na folha diagnóstica ocorreu efeito significativo das interações época e cultivar, e cultivar e dose (Tabela 7).

Tabela 7 - Resumo da análise de variância para as características massa seca de folha (MSF), massa seca de bulbo (MSB), massa seca total (MST), acúmulo de fósforo na folha (APF), acúmulo de fósforo no bulbo (APB), acúmulo de fósforo total (APT) e acúmulo de fósforo na folha diagnóstica (AFD). Mossoró. UFERSA, 2018.

F.V.	G.L.	FC			
		MSF	MSB	MST	APF
Bloco (Época)	6	1,72 <sup>ns</sup>	1,10 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>	1,23 <sup>ns</sup>
Época (E)	1	29,13 <sup>**</sup>	60,34 <sup>**</sup>	30,01 <sup>**</sup>	1,29 <sup>ns</sup>
Cultivar (C)	1	10,02 <sup>**</sup>	60,08 <sup>**</sup>	74,68 <sup>**</sup>	82,42 <sup>**</sup>
Dose (D)	5	47,27 <sup>**</sup>	194,72 <sup>**</sup>	255,22 <sup>**</sup>	4,06 <sup>**</sup>
E x C	1	3,94 <sup>*</sup>	5,30 <sup>*</sup>	2,18 <sup>ns</sup>	2,90 <sup>ns</sup>
E x D	5	12,36 <sup>**</sup>	19,50 <sup>**</sup>	28,46 <sup>**</sup>	2,06 <sup>ns</sup>
C x D	5	1,78 <sup>ns</sup>	2,55 <sup>*</sup>	3,02 <sup>*</sup>	14,04 <sup>**</sup>
E x C x D	5	0,64 <sup>ns</sup>	8,30 <sup>**</sup>	6,31 <sup>**</sup>	4,44 <sup>**</sup>
CV (%)		13,66	9,87	8,02	27,41
F.V.	G.L.	APB	APT	AFD	
Bloco (Época)	6	2,04 <sup>ns</sup>	2,07 <sup>ns</sup>	3,54 <sup>ns</sup>	
Época (E)	1	315,99 <sup>**</sup>	327,59 <sup>**</sup>	119,27 <sup>**</sup>	
Cultivar (C)	1	6,71 <sup>**</sup>	3,69 <sup>ns</sup>	11,20 <sup>**</sup>	
Dose (D)	5	140,83 <sup>**</sup>	149,60 <sup>**</sup>	207,57 <sup>**</sup>	
E x C	1	7,51 <sup>**</sup>	9,28 <sup>**</sup>	15,47 <sup>**</sup>	
E x D	5	16,56 <sup>**</sup>	17,69 <sup>**</sup>	1,50 <sup>ns</sup>	
C x D	5	1,69 <sup>ns</sup>	1,66 <sup>ns</sup>	3,70 <sup>**</sup>	
E x C x D	5	8,07 <sup>**</sup>	7,77 <sup>**</sup>	1,74 <sup>ns</sup>	
CV (%)		13,51	12,74	8,53	

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade

<sup>ns</sup>Não significativo

A MSF para o fator época e cultivar na E1 não apresentou diferença estatística entre as cultivares, com valores na ordem de 2,26 g planta<sup>-1</sup> para a IPA11 e 2,18 g planta<sup>-1</sup> para a Rio das Antas. Enquanto na E2 foi observada diferença entre cultivares, com a IPA11 (2,75 g planta<sup>-1</sup>) sendo superior a Rio das Antas (2,41 g planta<sup>-1</sup>). Entre as épocas houve diferença estatística, com a E2 superior para ambas as cultivares (Tabela 7).

Avaliando o fator época e dose, observa-se na E2 maior acúmulo de MSF na dose 300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, obtendo valor máximo de 3,21 g planta<sup>-1</sup> e correspondendo a um incremento de 64,61% em relação ao tratamento sem adubação fosfatada. Na E1 a média obtida foi de 2,22 g planta<sup>-1</sup> (Figura 10). Entre as épocas, na dose 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> não foi observado diferença estatística. Enquanto para as demais doses houve diferença, com a E1 sendo superior na dose 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e nas demais doses a E2 apresentou superioridade (Tabela 5).

Santos et al. (2007) verificaram acúmulos de MSF próximos aos encontrados no presente trabalho, com a cultivar Alfa São Francisco acumulando 2,18 g planta<sup>-1</sup> e a IPA10 1,89 g planta<sup>-1</sup>, cultivadas com adubação de 198 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em solo com teor de fósforo de 15 mg dm<sup>-3</sup>.

Vidigal et al. (2010) avaliando os métodos de semeadura direta e transplântio de mudas encontraram valores superiores a este trabalho, obtendo 4,59 e 4,47 g planta<sup>-1</sup> para os respectivos métodos. Resultado próximo ao de May (2006), que observou acúmulo máximo de MSF 5,15 g planta<sup>-1</sup>. Já Moraes et al. (2016), avaliando o desempenho do híbrido Aquarius nas condições de Santo Antônio de Posse-SP, observaram maior acúmulo de MSF, correspondendo a 19,8 g planta<sup>-1</sup>.

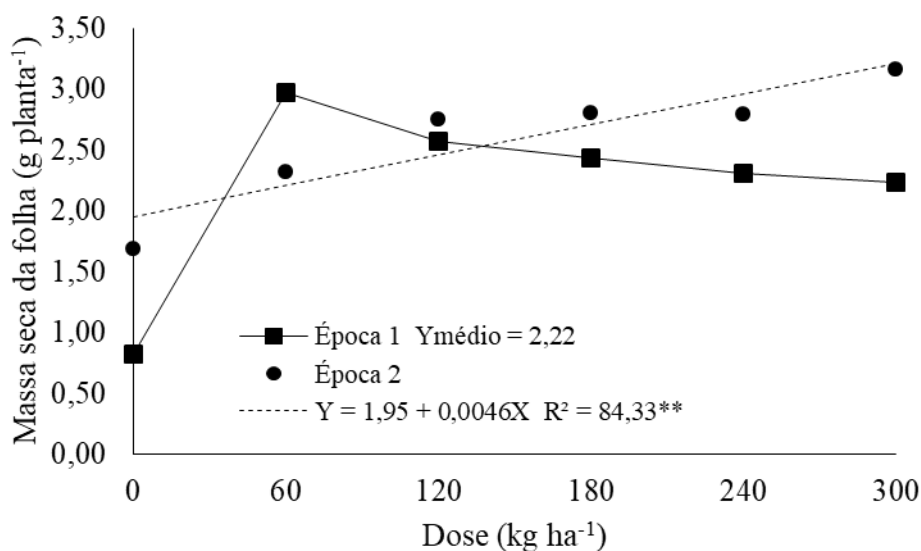


Figura 10 - Acúmulo de massa seca da folha (MSF) em função das doses de fósforo e época 1 (■) e época 2 (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

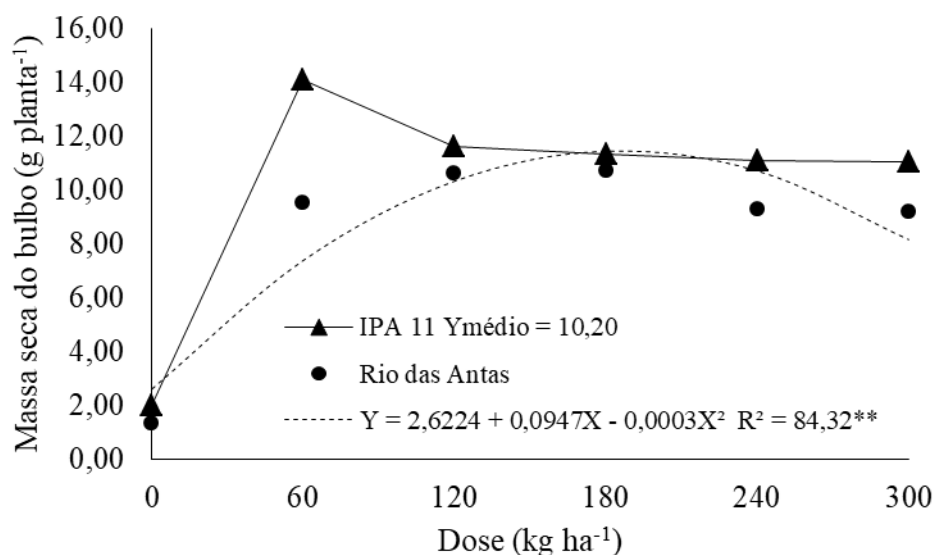
A MSB teve comportamento quadrático na E1 para a cultivar Rio das Antas, com valor máximo estimado de 11,45 g planta<sup>-1</sup> com a aplicação de 186,29 kg ha<sup>-1</sup>. A IPA11 não apresentou equação que se ajustasse aos dados, obtendo média de 10,20 g planta<sup>-1</sup>. Na E2, a cultivar IPA11 se ajustou ao modelo linear, com máximo estimado de 11,46 g planta<sup>-1</sup> na dose de 300 kg ha<sup>-1</sup>. A Rio das Antas reportou média de 7,49 g planta<sup>-1</sup> (Figuras 11A e 11B).

Na E1, não se observou diferença estatística para MSB entre cultivares com as doses 0, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup>. Entretanto nas demais doses estudadas houve diferença, com a cultivar IPA11 superior a Rio das Antas. Enquanto na E2, as três doses iniciais testadas (0, 60, 120 kg ha<sup>-1</sup>) não diferiram estatisticamente, já para as doses seguintes a IPA11 demonstrou-se superior

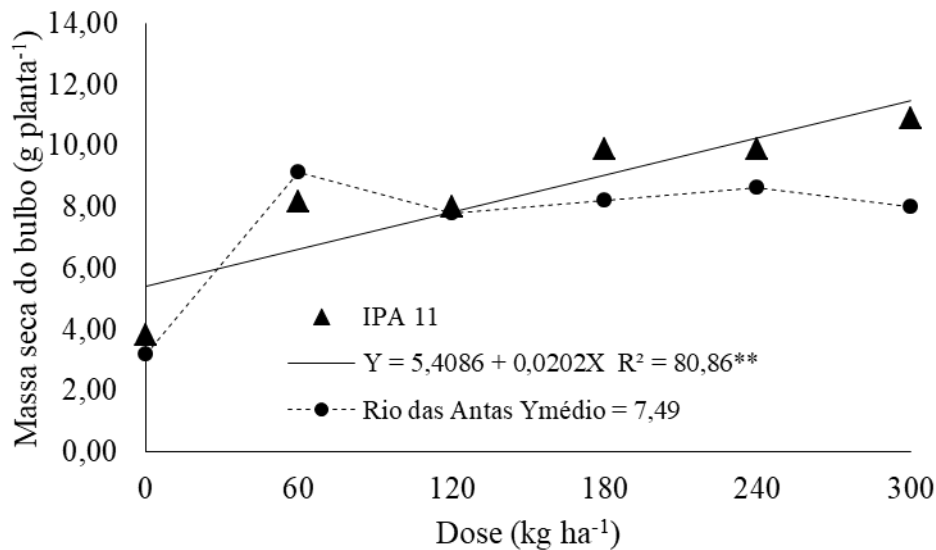
(Tabela 8). Todavia tem se observado que a IPA11 em nenhuma dose ou época obteve acúmulo de MSB inferior a Rio das Antas, comportamento inverso ao obtido para a PDT e PDC (Tabela 4). Este melhor desempenho da IPA11 é devido ao fato da cultivar ter sido desenvolvida e se mostrar adaptada a condição semiárida brasileira.

Resultado semelhante ao encontrado por Santos (2017), no qual observou superioridade da cultivar IPA11 ( $9,57 \text{ g planta}^{-1}$ ) em relação aos híbridos Rio das Antas ( $7,21 \text{ g planta}^{-1}$ ) e Serena ( $5,59 \text{ g planta}^{-1}$ ) para a característica MSB. Aguiar Neto et al. (2014) também verificaram que a cultivar IPA11 acumulou maior MSB que a Texas Grano502. Essa característica é importante para a indústria, pois na ocasião da desidratação a matéria prima necessita de menor energia para a remoção da água (Soares et al., 2004).

Vidigal et al. (2010) em estudo realizado na região Norte de Minas Gerais encontrou massa seca no bulbo de  $6,84 \text{ g planta}^{-1}$  usando sementeira direta e  $5,31 \text{ g planta}^{-1}$  com transplântio de mudas, ambos os métodos aplicados com a cultivar Alfa Tropical.



A

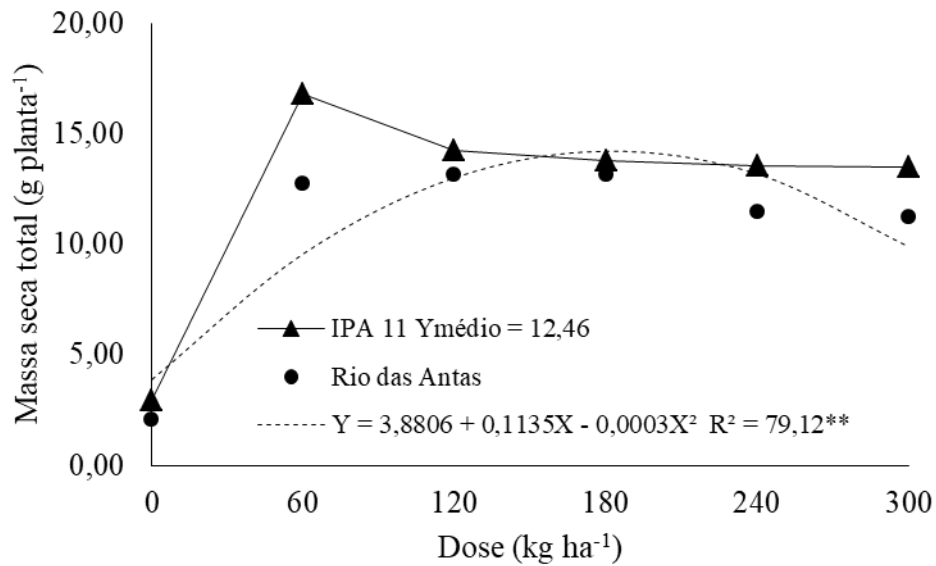


## B

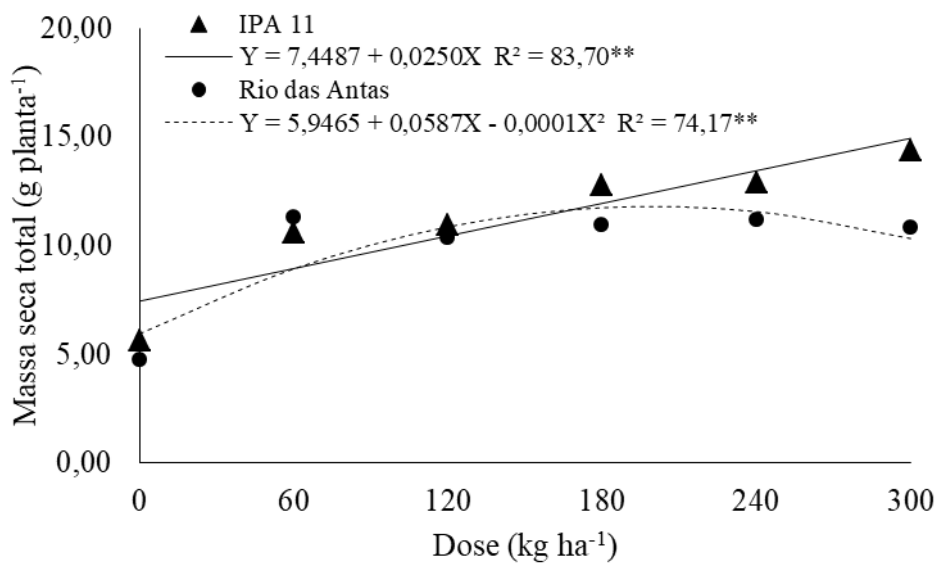
Figura 11 - Acúmulo de massa seca do bulbo (MSB) em função das doses de fósforo na época 1 (A) e época 2 (B), das cultivares de cebola IPA11 (▲) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

A MST apresentou resposta quadrática na E1 para a cultivar Rio das Antas, com máximo valor estimado de 14,21 g planta<sup>-1</sup> na dose de 182,21 kg ha<sup>-1</sup>. Para a cultivar IPA11 na mesma época, os dados não se ajustaram a nenhum modelo matemático avaliado, com média de 12,46 g planta<sup>-1</sup>. Para a E2, a cultivar IPA11 apresentou comportamento linear crescente, enquanto a Rio das Antas se ajustou ao modelo quadrático, com máximos estimados de 14,94 e 11,81 g planta<sup>-1</sup> nas doses 300 e 199,75 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente (Figuras 12A e 12B).

O acúmulo de MST na E1 apresentou diferença, obtendo a IPA11 superioridade sobre a Rio das Antas, nas doses 60, 240 e 300 kg ha<sup>-1</sup>. As demais doses não diferiram estatisticamente. Para a E2 apenas nas três maiores doses (180, 240 e 300 kg ha<sup>-1</sup>) houve diferença estatística (Tabela 8), evidenciando a superioridade da IPA11 para essa característica quando submetida a altas doses de fósforo, resultado semelhante ao mostrado na MSB.



A



B

Figura 12 - Acúmulo de massa seca total (MST) em função das doses de fósforo na época 1 (A) e época 2 (B), das cultivares de cebola IPA11 (▲) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.



Tabela 8 - Valores médios da massa seca de bulbo (MSB), massa seca total (MST), acúmulo de fósforo na folha (APF) e acúmulo de fósforo no bulbo (APB) e acúmulo de fósforo total (APT) em cultivares de cebola em função das doses de fósforo e épocas de plantio. Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

Dose (kg ha <sup>-1</sup> )	Época	MSB (g planta <sup>-1</sup> )		MST (g planta <sup>-1</sup> )	
		IPA 11	Rio das Antas	IPA 11	Rio das Antas
0	1	2,00 Ba	1,35 Ba	2,92 Ba	2,07 Ba
	2	3,82 Aa	3,17 Aa	5,61 Aa	4,77 Aa
60	1	14,07 Aa	9,50 Ab	16,80 Aa	12,71 Ab
	2	8,15 Ba	9,12 Aa	10,59 Ba	11,31 Ba
120	1	11,63 Aa	10,60 Aa	14,23 Aa	13,13 Aa
	2	7,99 Ba	7,80 Ba	10,95 Ba	10,33 Ba
180	1	11,33 Aa	10,72 Aa	13,78 Aa	13,15 Aa
	2	9,90 Ba	8,21 Bb	12,77 Aa	10,95 Bb
240	1	11,10 Aa	9,28 Ab	13,53 Aa	11,45 Ab
	2	9,89 Ba	8,65 Ab	12,91 Aa	11,21 Ab
300	1	11,04 Aa	9,21 Ab	13,47 Aa	11,24 Ab
	2	10,88 Aa	7,99 Bb	14,35 Aa	10,84 Ab
Dose (kg ha <sup>-1</sup> )	Época	APF (g planta <sup>-1</sup> )		APB (g planta <sup>-1</sup> )	
		IPA 11	Rio das Antas	IPA 11	Rio das Antas
0	1	0,0010 Ba	0,0010 Aa	0,0075 Aa	0,0043 Aa
	2	0,0020 Aa	0,0010 Ab	0,0055 Aa	0,0065 Aa
60	1	0,0010 Aa	0,0010 Aa	0,0452 Aa	0,0405 Aa
	2	0,0015 Aa	0,0010 Aa	0,0160 Ba	0,0213 Ba
120	1	0,0010 Aa	0,0010 Aa	0,0398 Ab	0,0485 Aa
	2	0,0013 Aa	0,0015 Aa	0,0278 Ba	0,0233 Ba
180	1	0,0018 Aa	0,0010 Ab	0,0338 Ab	0,0508 Aa
	2	0,0015 Aa	0,0010 Aa	0,0288 Aa	0,0250 Ba
240	1	0,0020 Aa	0,0010 Ab	0,0398 Ab	0,0465 Aa
	2	0,0023 Aa	0,0010 Ab	0,0313 Ba	0,0300 Ba
300	1	0,0020 Ba	0,0010 Ab	0,0453 Aa	0,0473 Aa
	2	0,0028 Aa	0,0003 Bb	0,0273 Ba	0,0298 Ba

\*médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

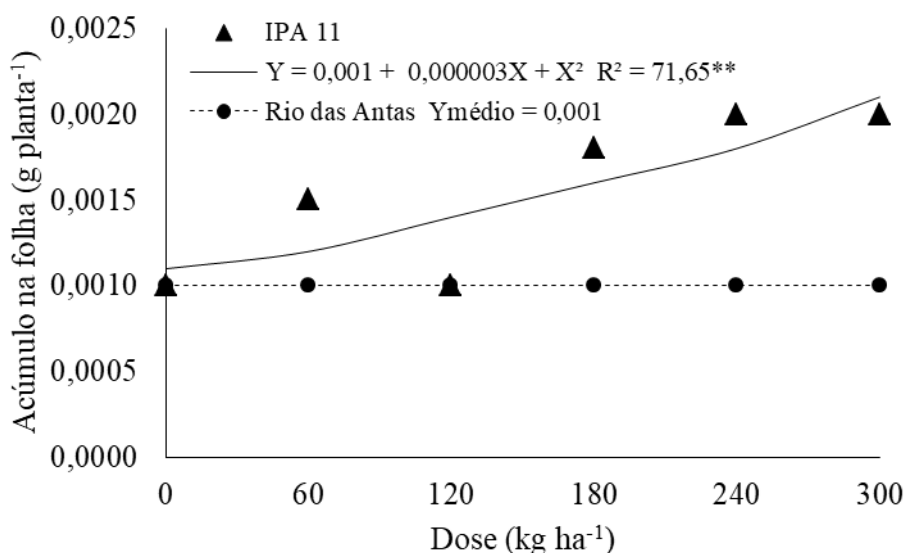
Nota-se desequilíbrio entre as frações de massa seca acumuladas na folha e bulbo. Na E1, a proporção acumulada ficou em torno de 20,7 e 79,3% para a cultivar IPA11 e 16,0 e 84,0% para a Rio das Antas. Enquanto na E2 a IPA11 acumulou proporcionalmente massa

seca de 19,3 e 80,7%, já a Rio das Antas 24,3 e 75,7% do total acumulado, referente a folha e bulbo respectivamente (Tabela 8).

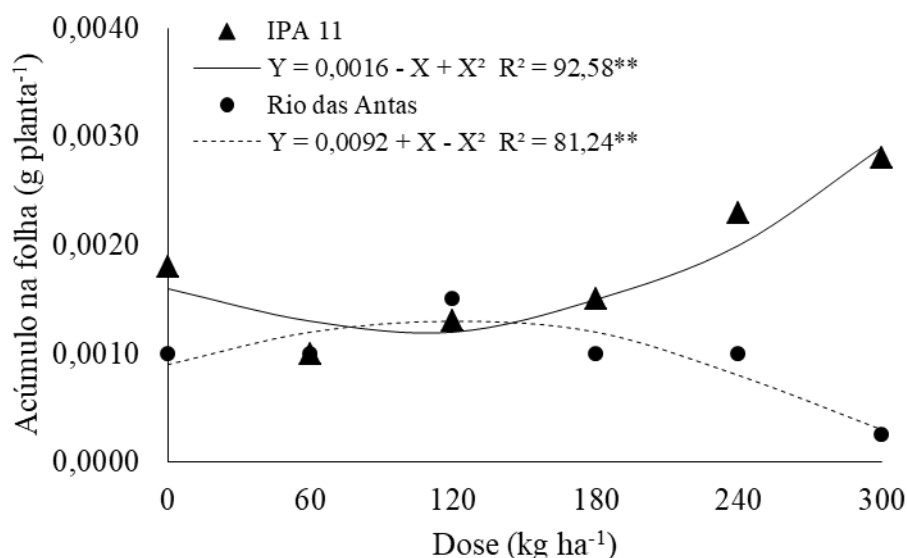
Resposta diferente foi observada por Moraes et al. (2016), que obtiveram acúmulo de MST equivalente a  $39 \text{ g planta}^{-1}$ , deste montante, 52,8% foi acumulado no bulbo e 47,2% na folha. Vidigal et al. (2010) verificaram acúmulo de MST com semeadura direta de  $36,75 \text{ g planta}^{-1}$ , correspondendo a 65,2% acumulado no bulbo e 34,8% na folha, enquanto com transplântio de mudas  $33,35 \text{ g planta}^{-1}$  na MST, ficando 83,9% acumulado no bulbo e 16,1% na folha.

Aguiar Neto et al. (2014), observaram valores de MST próximas as encontradas nesse trabalho, com cerca de 16 e  $23 \text{ g planta}^{-1}$  para a IPA11 e 6,5 e  $18 \text{ g planta}^{-1}$  para a Texas Grano 502, em Petrolina e Baraúna respectivamente.

O APF ajustou-se ao modelo quadrático nas duas épocas para a cultivar IPA11 e somente na E2 para a Rio das Antas. Os valores máximos estimados na IPA11 foram de 0,0021 e 0,0029  $\text{g planta}^{-1}$  na dose  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  para as duas épocas. A Rio das Antas atingiu o máximo estimado com a aplicação de  $114,52 \text{ kg ha}^{-1}$  acumulando  $0,0013 \text{ g planta}^{-1}$  na E2, enquanto na E1 não apresentou equação que se ajustasse aos dados, obtendo média de  $0,0010 \text{ g planta}^{-1}$  (Figura 13A e 13B).



A



## B

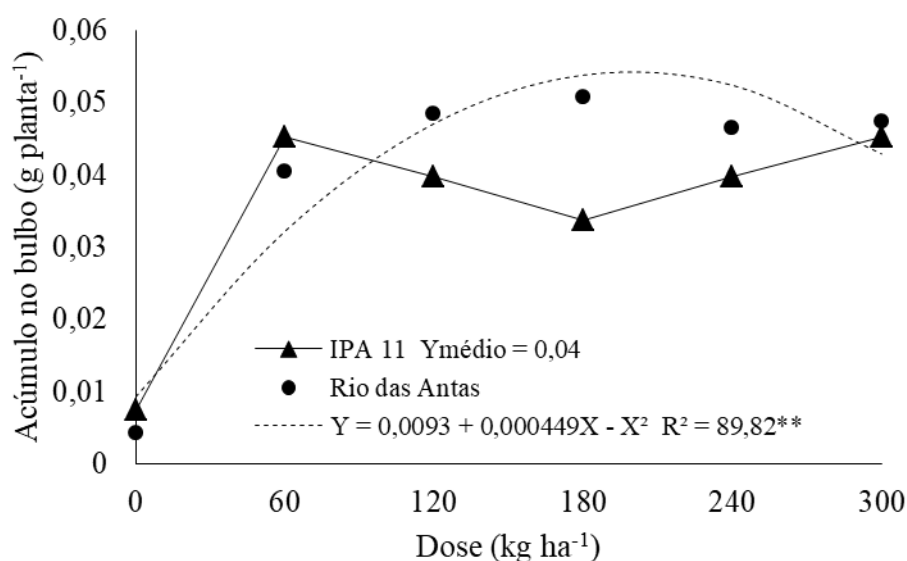
Figura 13 - Acúmulo de fósforo na folha (APF) em função das doses de fósforo na época 1 (A) e época 2 (B) das cultivares de cebola IPA11 (▲) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

O APF apresentou diferença entre cultivares na E1, com a cultivar IPA11 superior a Rio das Antas nas três maiores doses testadas (180, 240 e 300 kg ha<sup>-1</sup>). Para a E2 houve diferença estatística nas doses 0, 240 e 300 kg ha<sup>-1</sup>. O maior acúmulo foi encontrado na IPA11 e o menor na Rio das Antas, ambos na dose máxima avaliada e na E2 (Tabela 8). Esses resultados concordam com as características de acúmulo de massa, que foi verificado nas doses maiores, superioridade da IPA11.

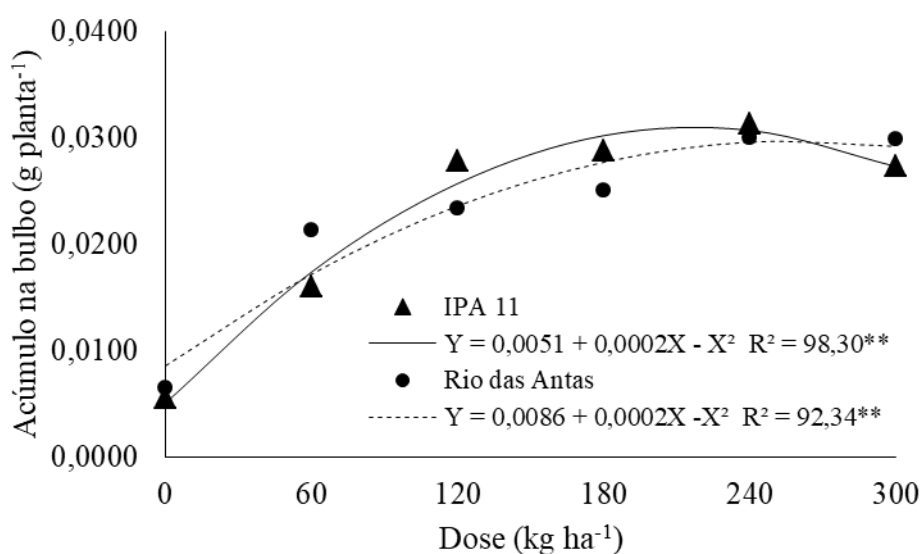
O acúmulo de fósforo no bulbo (APB) e o acúmulo de fósforo total (APT) apresentaram comportamento semelhante para as cultivares e épocas em resposta a adubação fosfatada. Na E1, a cultivar Rio das Antas teve comportamento quadrático, com valores máximos correspondendo a 0,0542 e 0,0553 g planta<sup>-1</sup> nas doses 199,93 e 198,86 kg ha<sup>-1</sup> para o APB e APT, respectivamente. A IPA11 obteve média de 0,0353 g planta<sup>-1</sup> para o APB e 0,0367 g planta<sup>-1</sup> para APT. Na E2 as cultivares se ajustaram ao modelo quadrático, com máximos estimados para a IPA11 nas doses 218,21 kg ha<sup>-1</sup> (0,0310 g planta<sup>-1</sup>) e 224,48 kg ha<sup>-1</sup> (0,0326 g planta<sup>-1</sup>), enquanto para a Rio das Antas foi aplicando as doses 259,94 kg ha<sup>-1</sup> (0,0297 g planta<sup>-1</sup>) e 251,81 kg ha<sup>-1</sup> (0,0306 g planta<sup>-1</sup>) para o APB e APT, respectivamente (Figuras 14A, 14B, 14C e 14D).

O APB e APT na E1 apresentou diferença estatística nas doses 120, 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup>, com a cultivar Rio das Antas apresentando-se superior a IPA11. Esse comportamento foi

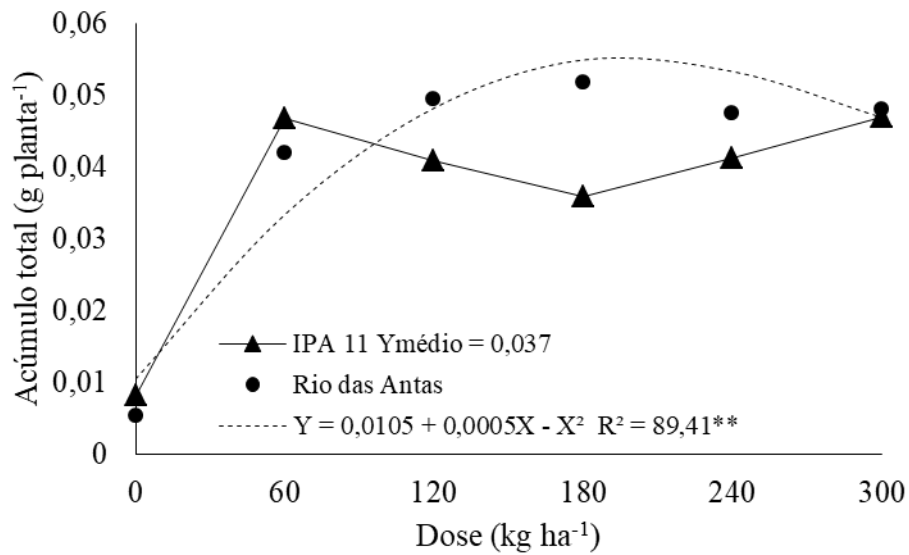
inverso ao encontrado no APF, no qual a IPA11 teve o maior acúmulo nas folhas. E foi semelhante aos resultados encontrados para PDT, nos quais, as maiores produtividades foram encontradas na Rio das Antas nessas mesmas doses. Na E2 não houve diferença estatística entre as cultivares. Entre as épocas para as duas características avaliadas, apenas a dose 0 kg ha<sup>-1</sup> não apresentou diferença, nas demais doses a E1 apresentou-se superior. Este fato demonstra que a leve e pontual alteração do clima por alguns dias no estágio vegetativo da cultura, conforme discutido nas características de produção, propiciou consumo de luxo do fósforo em ambas as cultivares na E1, haja vista que a maior PDT e PDC foram obtidas na E2 (Tabelas 8 e 9).



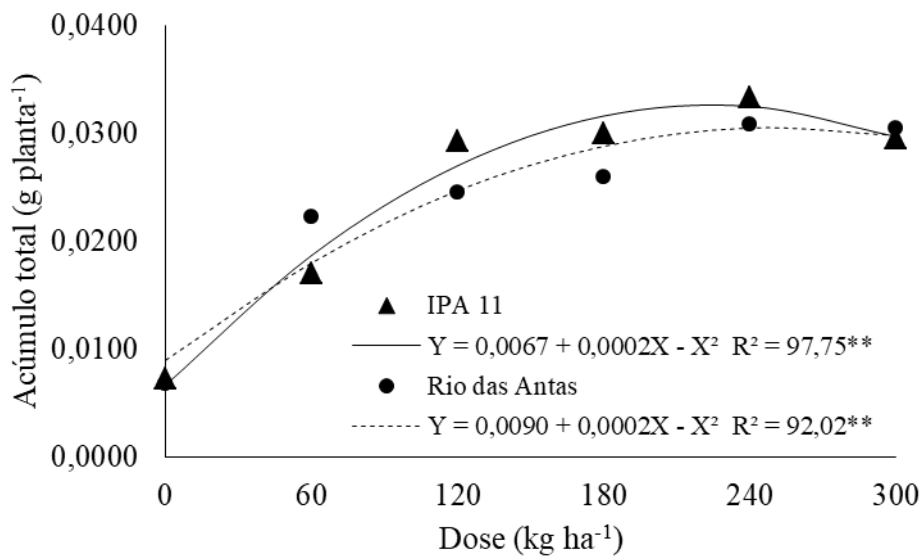
A



B



C



D

Figura 14 - Acúmulo de fósforo no bulbo (APB) em função das doses de fósforo na época 1 (A) e época 2 (B), e acúmulo de fósforo total (APT) em função das doses de fósforo na época 1 (C) e época 2 (D) das cultivares de cebola IPA11 (▲) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

Tabela 9 - Valores médios do acúmulo de fósforo total (APT) em cultivares de cebola em função das doses de fósforo e épocas de plantio. Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

Dose (kg ha <sup>-1</sup> )	Época	APT (g planta <sup>-1</sup> )	
		IPA 11	Rio das Antas
0	1	0,0083 Aa	0,0053 Aa
	2	0,0073 Aa	0,0068 Aa
60	1	0,0468 Aa	0,0420 Aa
	2	0,0170 Ba	0,0223 Ba
120	1	0,0408 Ab	0,0495 Aa
	2	0,0293 Ba	0,0245 Ba
180	1	0,0358 Ab	0,0518 Aa
	2	0,0300 Ba	0,0260 Ba
240	1	0,0413 Ab	0,0475 Aa
	2	0,0333 Ba	0,0308 Ba
300	1	0,0470 Aa	0,0480 Aa
	2	0,0295 Ba	0,0305 Ba

\*médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os acúmulos de fósforo mostraram onde houve ajuste, comportamento quadrático, semelhante ao observado nas características de produtividade, e, portanto comprovando que a quantidade acumulada do nutriente ao longo do ciclo da cultura reflete diretamente na produtividade alcançada. Assim, como discutido na produtividade, doses elevadas de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> levam ao decréscimo do acúmulo de fósforo devido ao desequilíbrio nutricional, que interfere diretamente no processo fotossintético.

May et al. (2008) encontrou APF superior ao reportado no presente trabalho, com os híbridos Optima correspondendo a 0,0145 g planta<sup>-1</sup> e o Superex 0,0129 g planta<sup>-1</sup>. Entretanto o mesmo autor verificou menor APB e APT próximo ao obtido na E2, com valores na ordem de 0,0223 e 0,0368 g planta<sup>-1</sup> para o Optima e 0,0163 e 0,0292 g planta<sup>-1</sup> para o Superex.

Aguiar Neto et al. (2014), verificaram resposta próxima a desse trabalho relacionado ao APF com as cultivares IPA11 e Texas Grano 502 acumulando 0,0035 g planta<sup>-1</sup> e 0,0031 g planta<sup>-1</sup> em Petrolina-PE, enquanto em Baraúna-RN foi observado menor acúmulo, com 0,0006 g planta<sup>-1</sup> para a IPA11 e 0,0009 g planta<sup>-1</sup> Texas Grano 502. O acúmulo no bulbo para a IPA11 no mesmo trabalho foi 0,0373 e 0,0113 g planta<sup>-1</sup> e na Texas Grano 502 de 0,0111 e 0,0113 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente para Petrolina e Baraúna.

Vidigal et al. (2010) observaram na cultivar Alfa Tropical os APF, APB e APT na ordem de 0,0128; 0,0240 e 0,0367 g planta<sup>-1</sup> com plantio por semeadura direta e 0,0053; 0,0280 e 0,0333 g planta<sup>-1</sup> com transplântio de mudas, com este último método de plantio reportando valores mais condizentes com presente trabalho.

Pôrto et al. (2006), verificou valores menores ao usar a cultivar de cebola Optima estabelecida por semeadura direta, com teor de fósforo acumulado de 0,0135 g planta<sup>-1</sup> no bulbo e 0,0221 g planta<sup>-1</sup> total.

De acordo com May et al. (2008), a quantidade de fósforo acumulada no bulbo representa a retirada do nutriente do solo, e sua avaliação deve ser realizada para adequar a dose que deverá ser reposta no solo, através de programas de adubação. Em relação a fração extraída pela parte aérea da cebola, esta pode ser reciclada pela decomposição e mineralização desse material, especialmente quando incorporado ao solo devido a manutenção da umidade em sub superfície e por evitar que seja levada pelo vento. Entretanto, essa reciclagem de nutrientes acumulados na parte aérea é rotineira quando o processo de toailete é realizado no campo, como ocorrido no presente trabalho.

O acúmulo de fósforo na folha diagnóstica (FD) para a interação cultivar e dose, a cultivar IPA11 apresentou acréscimo linear no acúmulo de fósforo da FD, com máximo estimado de 7,45 g kg<sup>-1</sup> na dose 300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Na Rio das Antas verificou-se média de 4,91 g kg<sup>-1</sup> (Figura 15). Somente nas doses 120, 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> as cultivares diferiram estatisticamente, com a IPA11 superior a Rio das Antas (Tabela 4).

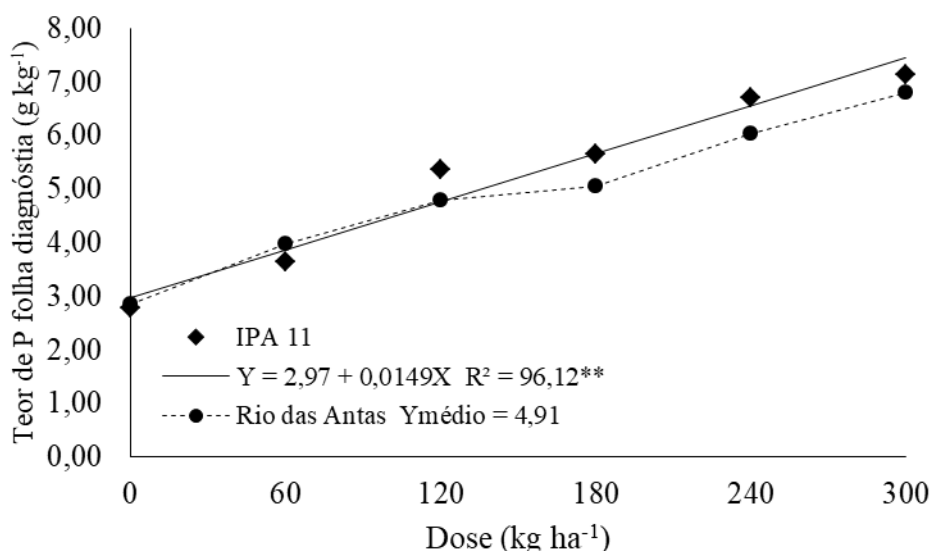


Figura 15 - Teor de fósforo na folha diagnóstica (FD) em função das doses de fósforo e cultivares de cebola IPA11 (♦) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

Para o fator época e cultivar, apenas na E1 houve diferença estatística, com a superioridade da IPA11 ( $5,86 \text{ g kg}^{-1}$ ) quando comparada a Rio das Antas ( $5,22 \text{ g kg}^{-1}$ ). Entre as épocas, a E1 foi estatisticamente superior para as duas cultivares (Tabela 6).

A aplicabilidade da diagnose foliar é fundamentada na relação direta existente entre a dose de adubo, o teor foliar e a produtividade (Faquin, 2002). De acordo com Trani et al. (2014), os valores encontrados de acúmulo de fósforo na folha diagnóstica devem estar dentro da faixa de 2 a  $5 \text{ g kg}^{-1}$ . Malavolta (1997) e Mendes et al. (2008) consideram ideal para o ótimo crescimento da planta o teor foliar de  $3 \text{ g kg}^{-1}$ , assim verifica-se que o teor foliar que apresentou os melhores resultados ficou levemente acima do recomendado por esses autores.

Os resultados apresentados no presente trabalho ficaram de acordo com essa faixa até a dose de  $180 \text{ kg ha}^{-1}$ , que também foi a dose observada que proporcionou a maior PDT para as duas cultivares (Tabela 4), desse modo, espera-se que a adubação fosfatada que proporcionar APF mais próximo do valor limítrofe superior proposto por Trani et al. (2014), será a mais satisfatória nessas condições. Acúmulos de fósforo na folha diagnóstica superiores a  $6 \text{ g kg}^{-1}$  refletiram em decréscimo na PDT, portanto doses excessivas de fósforo não são recomendadas por causar desequilíbrio nutricional, refletindo em menor produtividade e maior gasto de adubo.

Moraes et al. (2016) observaram acúmulo na FD próximo ao encontrado nesse trabalho, com  $5,3 \text{ g kg}^{-1}$ , aplicando  $195 \text{ kg ha}^{-1}$  em solo com  $60 \text{ mg dm}^{-3}$  para uma produtividade máxima de  $78,9 \text{ t ha}^{-1}$ . Silva et al. (2012) sob as condições de Mossoró-RN, verificaram teores médios de fósforo na folha entre 4 e  $5 \text{ g kg}^{-1}$ .

### **4.3. Índices de eficiência nutricional**

Houve interação significativa entre os fatores época, cultivar e dose para eficiência fisiológica, recuperação e utilização. Para eficiência agrônômica, houve efeito significativo da interação época e dose e para cultivar e dose (Tabela 10).



Tabela 10 - Resumo da análise de variância para as características eficiência agrônômica (EA), eficiência fisiológica (EF), eficiência de recuperação (ER) e eficiência de utilização (EU). Mossoró. UFEERSA, 2018.

F.V.	G.L.	FC			
		EA	EF	ER	EU
Bloco (Época)	6	2,05 <sup>ns</sup>	0,98 <sup>ns</sup>	1,14 <sup>ns</sup>	0,64 <sup>ns</sup>
Época (E)	1	57,13 <sup>**</sup>	7,62 <sup>**</sup>	385,88 <sup>**</sup>	393,36 <sup>**</sup>
Cultivar (C)	1	48,99 <sup>**</sup>	17,30 <sup>**</sup>	5,46 <sup>*</sup>	12,26 <sup>**</sup>
Dose (D)	4	129,04 <sup>**</sup>	7,36 <sup>**</sup>	219,53 <sup>**</sup>	430,60 <sup>**</sup>
E x C	1	0,11 <sup>ns</sup>	15,84 <sup>**</sup>	12,51 <sup>**</sup>	6,12 <sup>*</sup>
E x D	4	6,12 <sup>**</sup>	3,93 <sup>**</sup>	64,26 <sup>**</sup>	71,50 <sup>**</sup>
C x D	4	4,90 <sup>**</sup>	1,13 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>	3,37 <sup>*</sup>
E x C x D	4	0,43 <sup>ns</sup>	5,30 <sup>**</sup>	6,25 <sup>**</sup>	10,05 <sup>**</sup>
CV (%)		18,46	18,07	16,74	14,36

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade

<sup>ns</sup>Não significativo

Avaliando o fator cultivar e dose, observa-se na tabela 10 que a maior eficiência agrônômica (EA) para as duas épocas foi obtida com a aplicação de 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ou seja, foi a dose que propiciou a maior produção em kg de bulbo por kg do nutriente adicionado ao solo. Entretanto, a dose que demonstrou maior EA não foi a que forneceu a maior produtividade em nenhuma das épocas. O ocorrido deve-se ao fato da cultura ter boa resposta a doses mínimas de fósforo, quando o nutriente encontra-se em baixa concentração no solo.

Para o fator cultivar e dose, os maiores valores de eficiência agrônômica foram na menor dose para as duas cultivares, com máximos estimados de 774,85 e 1090,26 kg de bulbo para cada kg de fósforo aplicado (Figura 16). Somente nas doses 60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup> as cultivares diferiram estatisticamente, com a Rio das Antas superior a IPA11 (Tabela 11).

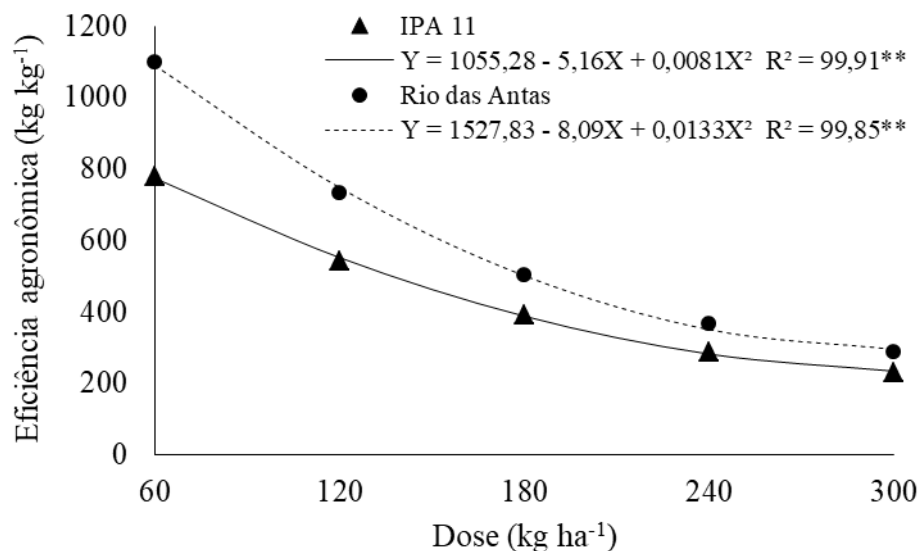


Figura 16 - Eficiência agrônômica (EA) em função das doses de fósforo e cultivares de cebola IPA11 (▲) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

Tabela 11 - Valores médios de eficiência agrônômica, em função das doses de fósforo e cultivares de cebola. Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

Dose (kg ha <sup>-1</sup> )	EA (kg kg <sup>-1</sup> )	
	Cultivar	
	IPA11	Rio das Antas
60	779,37 b	1098,52 a
120	542,62 b	731,17 a
180	391,16 b	503,54 a
240	288,74 a	365,73 a
300	230,99 a	287,94 a

\*médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Entre as épocas foi observada diferença estatística, com a E1 nas doses 60, 120, 180 kg ha<sup>-1</sup> superior a E2, e para as demais doses não foi observado diferença entre as épocas (Tabela 12).

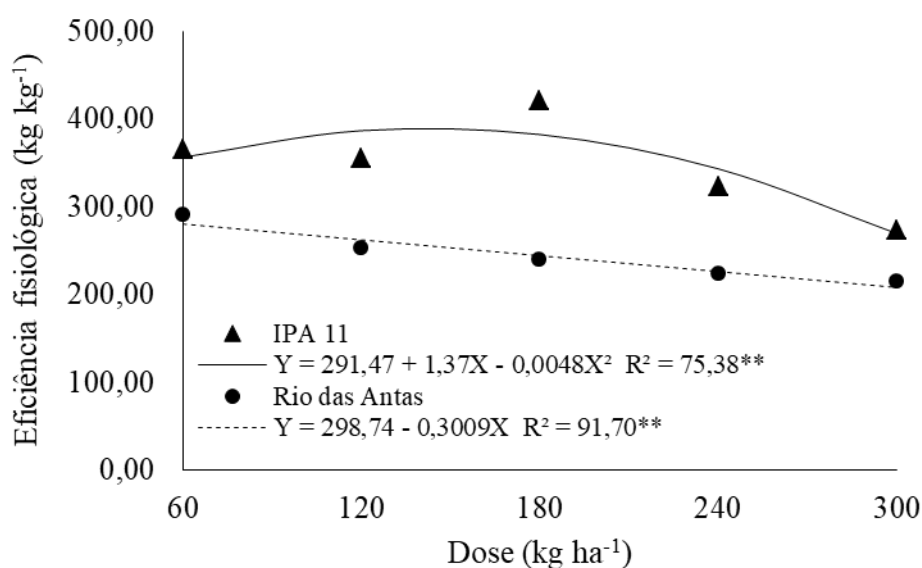
Tabela 12 - Valores médios de eficiência agrônômica, em função das doses de fósforo e épocas de plantio. Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

Dose (kg ha <sup>-1</sup> )	EA (kg kg <sup>-1</sup> )	
	Época	
	1	2
60	1115,88 a	762,01 b
120	716,36 a	557,44 b
180	534,60 a	360,10 b
240	366,49 a	287,98 a
300	283,68 a	235,26 a

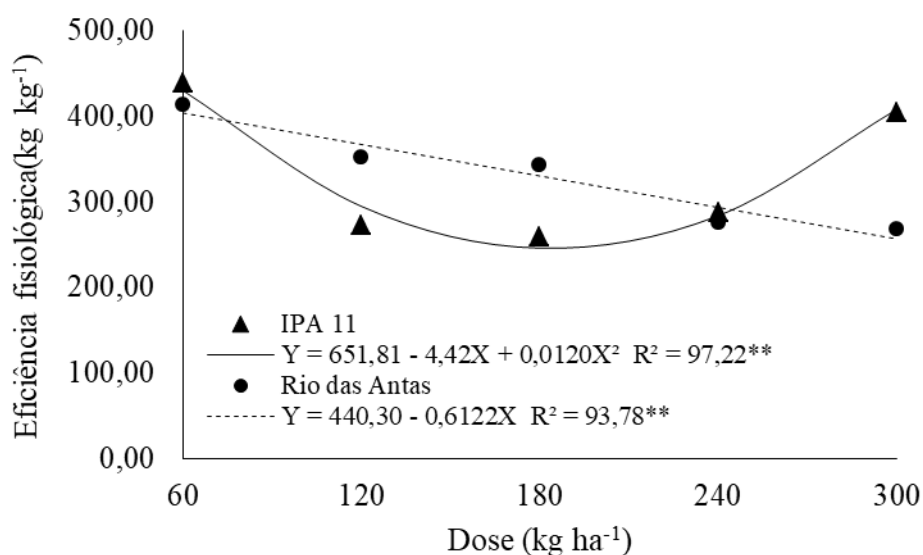
\*médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Chagas et al. (2016) avaliando diferentes solos e doses de fósforo, verificaram resposta semelhante a do presente trabalho, com diminuição da EA com o aumento da quantidade de fósforo aplicada às plantas de cebola.

A eficiência fisiológica (EF) para a cultivar IPA11 nas duas épocas apresentaram resposta quadrática com valores máximos de produção de matéria seca total por unidade de nutriente acumulado obtidos nas doses 142,50 e 60 kg ha<sup>-1</sup>, com 389,30 e 430,01 kg de matéria seca para cada kg de fósforo acumulado, para as E1 e E2 respectivamente. A cultivar Rio das Antas em ambas as épocas responderam de forma linear, com a máxima eficiência obtida na menor dose avaliada (60 kg ha<sup>-1</sup>), verificando-se na E1 280,75 kg e na E2 403,56 kg de matéria seca para cada kg de fósforo acumulado (Figura 17A e 17B).



A



**B**

Figura 17 - Eficiência fisiológica (EF) em função das doses de fósforo na época 1 (A) e época 2 (B) das cultivares de cebola IPA11 (▲) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

A EF para a E1 apresentou diferença estatística nas doses 120, 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup>, com a cultivar IPA11 superior a Rio das Antas, enquanto nas demais doses as cultivares não diferiram entre si. Na E2 houve diferença entre as cultivares apenas na dose 180 kg ha<sup>-1</sup> com a Rio das Antas apresentando maior EF e na dose 300 kg ha<sup>-1</sup> com a IPA11 mais eficiente. Todavia os maiores valores de produção de matéria seca total por unidade de fósforo acumulado foram obtidos na E2 e para a dose 60 kg ha<sup>-1</sup>, apesar da cultivar IPA11 não ter diferido entre épocas nessa dose de maior EF, semelhante ao observado para PDC (Tabela 13).

Segundo Moura et al. (2001), a eficiência para fósforo relaciona-se diretamente com a produção de biomassa ligada ao menor consumo do nutriente. O decréscimo observado da EF com o aumento da disponibilidade de fósforo no solo foi devido ao acréscimo da absorção do elemento em proporção superior ao aumento do acúmulo da massa seca total.

Souza (2017) avaliando cultivares de abobrinha italiana sob diferentes níveis de adubação fosfatada, observou máxima EF na ordem de 329,96 kg kg<sup>-1</sup> na menor dose aplicada, comportamento esse também visto nesse trabalho.

Tabela 13 - Valores médios da eficiência fisiológica (EF), eficiência recuperação (ER) e eficiência de utilização (EU) em cultivares de cebola em função das doses de fósforo e épocas de plantio. Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

Dose (kg ha <sup>-1</sup> )	Época	EF (kg kg <sup>-1</sup> )		ER (kg kg <sup>-1</sup> )	
		IPA 11	Rio das Antas	IPA 11	Rio das Antas
60	1	365,65 Aa	291,50 Ba	0,64 Aa	0,61 Aa
	2	438,64 Aa	413,02 Aa	0,20 Ba	0,25 Ba
120	1	355,86 Aa	252,49 Bb	0,27 Ab	0,37 Aa
	2	272,96 Ba	351,97 Aa	0,18 Ba	0,15 Ba
180	1	420,70 Aa	239,50 Bb	0,15 Ab	0,26 Aa
	2	259,26 Bb	342,36 Aa	0,13 Aa	0,11 Ba
240	1	323,60 Aa	224,52 Ab	0,14 Ab	0,19 Aa
	2	287,43 Aa	275,60 Aa	0,11 Aa	0,08 Ba
300	1	273,37 Ba	215,21 Aa	0,13 Aa	0,14 Aa
	2	403,56 Aa	267,54 Ab	0,07 Ba	0,07 Ba
EU (kg kg <sup>-1</sup> )					
Dose (kg ha <sup>-1</sup> )	Época	IPA 11	Rio das Antas		
60	1	231,32 Aa	177,33 Ab		
	2	89,71 Ba	99,55 Ba		
120	1	94,28 Aa	92,16 Aa		
	2	48,87 Ba	46,37 Ba		
180	1	62,86 Aa	61,59 Aa		
	2	32,74 Ba	34,34 Ba		
240	1	44,22 Aa	43,29 Aa		
	2	30,42 Ba	21,14 Ba		
300	1	35,17 Aa	29,99 Aa		
	2	29,13 Aa	18,55 Aa		

\*médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

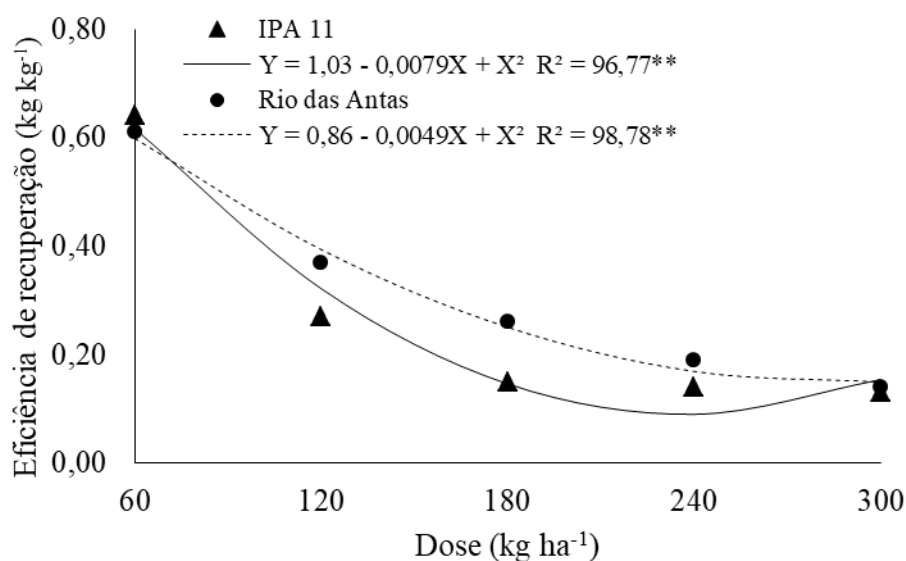
A eficiência de recuperação (ER) também apresentou os maiores valores na dose 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em todas as épocas e cultivares. A E1 teve comportamento quadrático para as

duas cultivares, com diminuição da quantidade (kg) de fósforo acumulado na planta para cada kg do elemento ( $P_2O_5$ ) aplicado. A IPA11 e Rio das Antas obtiveram na mesma ordem, máximos estimados de 0,61 e 0,60 kg do nutriente acumulado para cada kg fósforo aplicado, ou seja, 61 e 60% da dose usada foi recuperada. Na E2 a IPA11 apresentou resposta linear e a Rio das Antas comportamento quadrático, com acúmulo máximo de fósforo por kg do elemento aplicado na ordem de 0,20 e 0,24 kg, que equivale a 20 e 24%, respectivamente (Figura 18A e 18B).

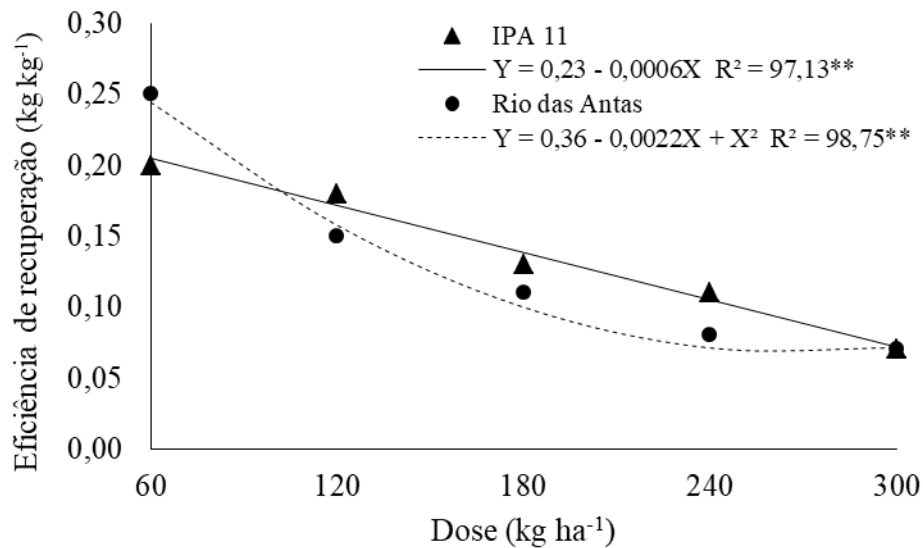
Na dose de melhor ER ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) as cultivares não diferiram entre si, no entanto entre épocas houve diferença estatística, com a E1 superior a E2, semelhante ao que foi obtido no APT. Para a E1 houve diferença, com a Rio das Antas demonstrando-se superior nas doses 120, 180 e  $240 \text{ kg ha}^{-1}$ . Na E2 as cultivares não diferiram entre si em nenhuma dose (Tabela 13)

De acordo com Fageria (1998), a eficiência de recuperação de fósforo geralmente é muito baixa, situando-se em torno de 10% em média para as culturas anuais. No entanto o presente trabalho encontrou percentuais mais expressivos, especialmente na E1, que possivelmente pode ter ocorrido devido ao consumo de luxo do nutriente por parte das plantas, já que foi verificado a maior PDT na E2.

Souza (2017), assim como neste trabalho, observou a maior ER na menor dose de fósforo aplicada para as cultivares de abobrinha italiana Alícia e Caserta, porém a máxima ER foi de 9% para as duas cultivares, valor inferior ao obtido no presente trabalho.



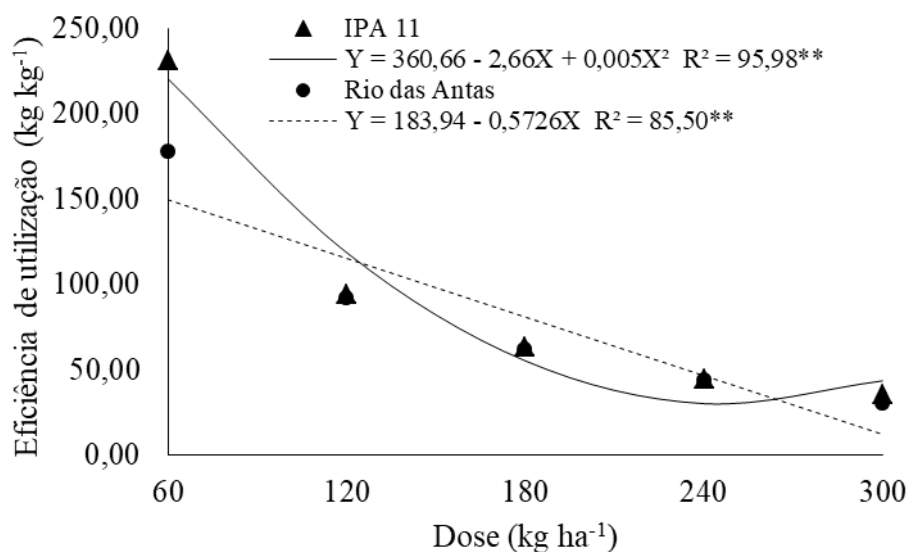
A



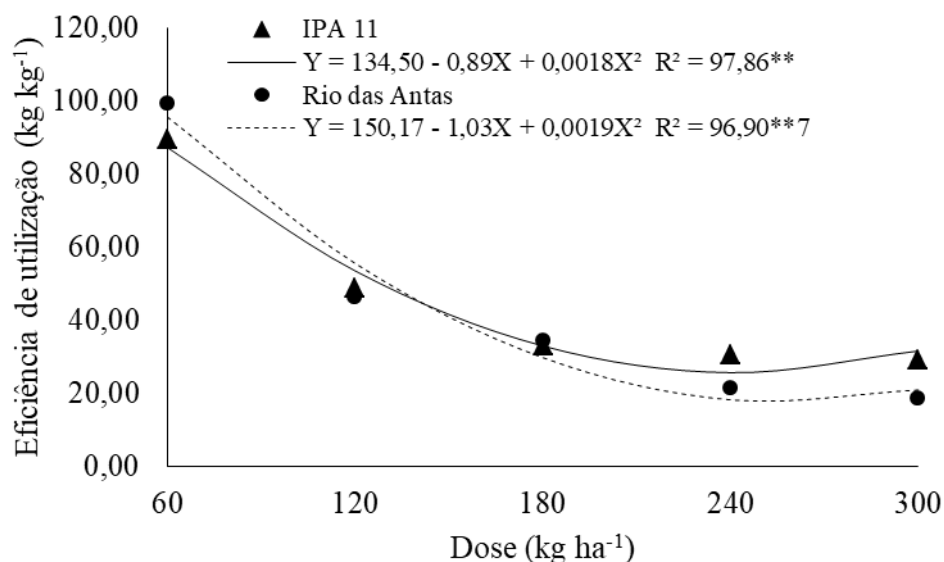
**B**

Figura 18 - Eficiência de recuperação (ER) em função das doses de fósforo na época 1 (A) e época 2 (B) das cultivares de cebola IPA11 (▲) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

A eficiência de utilização (EU) também foi mais expressiva na dose 60 kg ha<sup>-1</sup> nas duas épocas e cultivares. A E1 apresentou comportamento quadrático para a cultivar IPA11 e linear para a cultivar Rio das Antas, com máximos estimados na ordem de 220,44 e 149,58 kg kg<sup>-1</sup>. Na E2 as cultivares tiveram resposta quadrática, com valores máximos de 87,37 e 95,72 kg kg<sup>-1</sup>, para as cultivares IPA11 e Rio das Antas respectivamente (Figura 19A e 19B). Foi verificada diferença estatística para EU somente na dose 60 kg ha<sup>-1</sup> da E1, com a cultivar IPA11 superior a Rio das Antas (Tabela 13). Esses resultados mostram a maior eficiência da cultivar IPA11 sob baixo suprimento de fósforo.



**A**



## B

Figura 19 - Eficiência de utilização (EU) em função das doses de fósforo na época 1 (A) e época 2 (B) das cultivares de cebola IPA11 (▲) e Rio das Antas (●). Mossoró, RN. UFERSA, 2018.

Machado (1995), assim como nesse trabalho, encontrou a melhor EU no nível mais baixo de adubação fosfatada para a cultura do milho. Fageria et al. (2011) também observaram diminuição da EU de fósforo pelas plantas com o aumento da dose aplicada. De acordo com Fageria (1992), geralmente a EU tende a diminuir com o aumento da dose de fósforo, devido ao nivelamento da produção de matéria seca e a continuidade da absorção de fósforo pelas plantas.

Paula (2016) avaliando cultivares de soja em diferentes ambientes verificou diferença da EU entre as doses de fósforo quando cultivada em ambiente com baixa disponibilidade do nutriente, enquanto no ambiente com alta disponibilidade de fósforo a EU não variou consideravelmente entre as doses, uma vez que concentração do elemento no solo já não foi o fator limitante para o desenvolvimento das plantas.

A EU reflete a capacidade das cultivares de utilizar o fósforo absorvido para a produção de massa seca sob as condições e época de cultivo, sem espelhar necessariamente a maior produtividade alcançada (Machado, 1995). Portanto a melhor dose a ser aplicada não deve basear-se somente nos dados de eficiência para não incorrer em erro, mas na análise conjunta com a produtividade mais econômica de bulbos, uma vez que é a que traz o maior retorno financeiro ao produtor.



## 5. CONCLUSÕES

O aumento das doses de fósforo proporcionou maior acúmulo de massa seca e de fósforo na planta, com conseqüente incremento da produtividade total e comercial de bulbos. Embora tenha diminuído a eficiência agronômica, fisiológica, de recuperação e de utilização.

A dose econômica de fósforo associada a máxima produtividade comercial de cebola foi estimada em 212,45 kg ha<sup>-1</sup> para a cultivar IPA11 e 207,65 kg ha<sup>-1</sup> para a Rio das Antas.

De modo geral, o híbrido Rio das Antas obteve maior produtividade quando comparado a cultivar IPA11, em ambas as épocas de cultivo.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, p.370-380, 2014.

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). *Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, n.4, p.370-380, 2014.

Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D.; Smith, M. Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. FAO, v.56, p.0254-5293, 2006.

Alt, D.; Ladebusch, H.; Melzer, O. Prova de longo prazo com aumento quantidades de fósforo, potássio e magnésio aplicadas a culturas de vegetais. *Acta Hortic.*, v.506, p.29-36, 1999.

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.

Bettoni, M. M. Desempenho de cultivares de cebola em sistema orgânico na região metropolitana de Curitiba. Curitiba: UFP - Setor de Ciências Agrárias, 2011. 72p. Dissertação mestrado.

Bettoni, M. M.; Mógor, A. F.; Dechamps, C.; Silva, V. C. P.; Sass, M. D.; Fabbrin, E. G. S. Crescimento e produção de sete cultivares de cebola em sistema orgânico em plantio fora de época, *Ciências Agrárias*, v.34, n.5, p.2139-2152, 2013.

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

Brewster, J.L. Onions and Other Vegetable Alliums. CAB International, Wallingford, UK, 1994. p.236,

Carmo Filho, F.; Espínola Sobrinho, J.; Maia Neto, J. M. Dados climatológicos de Mossoró: um município semiárido nordestino. Mossoró: ESAM, p.121, 1991. (Coleção Mossoroense, 30).

Carneiro, J. V.; Grangeiro, L. C.; Sousa, V. F. L.; Cordeiro, C. J. X.; Fonteles, J. L. V. Teores e acúmulo de macronutrientes em cebola fertirrigada com adubação fosfatada. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, Fortaleza*, v.11, n.5, 2017.

CEASA. Boletim informativo diário cotação em nível de atacado CEASA/RN. Disponível:<<http://www.ceasa.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=PASTAC&TARG=2485&ACT=&PAGE=34&PARM=&LBL=Cota%E7%E3o+de+Pre%E7os>> Acessado em: 29 de dezembro de 2017.

Cecílio Filho, A. B.; May, A.; Pôrto, D. R. Q.; Barbosa, J. C. Crescimento da cebola em função de doses de nitrogênio, potássio e da população de plantas em semeadura direta. *Horticultura Brasileira*, v.27, p.49-54, 2009.

Chagas, W. F. T.; Guelfi, D. R.; Emrich, E. B.; Silva, A. L.; Faquin, V. Eficiência agrônômica do superfosfato triplo revestido com polímero em cebola cultivada em solos de textura contrastante. *Revista Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v.47, n.3, p.439-446, 2016.

Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre, SBCS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400p.

Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo. CEAGESP. Programa Brasileiro para a melhoria dos padrões comerciais e embalagens de hortigranjeiros. São Paulo. 2001.

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.; Faria, C. M. B.; Pereira, J. R.; Candeia, J. A. Cebola (irrigada): *Allium cepa*. In: CAVALCANTE, F. J. A. (Coord.). *Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2ª aproximação*. Recife: IPA, 1998. p.127.

Costa, N. D.; Queiroz, M. A.; Araujo, J. C. A cultura da cebola. Coleção plantar. EMBRAPA. *Informações Tecnológicas*, 2002. 107p.

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

Factor, T. L.; Silveira, J. M. C.; Purquerio, L. F. V.; Calori, A. H.; Ronchi, R. S. M.; Lima Júnior, S. Produção de cebola em função do sistema de cultivo e método de estabelecimento de plantas. *Horticultura Brasileira*, v.30, n.2, p.3354-3359, 2012.

Fageria, N. K. *Maximizing crop yields*. New York: Marcel Dekker, 1992. 274 p.

Fageria, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. *Revista Brasileira de Engenharia. Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.2, p.6-16, 1998.

Fageria, N. K.; Santos, A. B.; Stone, L. F. Lowland rice genotypes evaluation for phosphorus use efficiency in tropical lowland. v.34, n.8, p.1087-1095, 2011.

- Faquin, V. Diagnose do estado nutricional das plantas. (Monografia de especialização) - UFLA/FAEPE, Lavras. 77 p. 2002.
- Faria, M. V.; Morales, R. G. F.; Resende, J. T. V.; Zanin, D. S.; Menezes, C. B.; Kobori, R. F. Desempenho agrônômico e heterose de genótipos de cebola. *Horticultura Brasileira*. v.30, n.2, p.220-225, 2012.
- Ferreira, D. F. Sisvar Versão 5.0. Lavras: UFLA, 2007.
- Ferreira, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, p.1039-1042, 2011.
- Filgueira, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3 ed. Viçosa-MG: Ed. UFV, 2008. 421 p.
- Galmarini, C. R.(Ed.). Manual del cultivo de la cebolla. San Juan: INTA Centro Regional Cuyo, 1997. 128 p.
- Gatiboni, L. C. Disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas. Santa Maria-RS: UFSM, 2003. 231p. Tese de Doutorado.
- 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.
- Guerra, J. G. M.; Almeida, D. L.; Santos, G. A.; Fernandes, M. S. Conteúdo de fósforo orgânico em amostras de solos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.31, p.291-299, 1996.
- Guilherme, L. R. G.; Curi, N.; Silva, M. L. N.; Brenó, N. B.; Machado, R. A. F. Adsorção de fósforo em solos de várzea do estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, p.27-34, 2000.
- Guimarães, D. R.; Torres, L.; Dittrich, R. C. Viabilidade técnica da semeadura direta para a cultura da cebola. *Agropecuária Catarinense*, v.10, p.57-61. 1997.
- Guimarães, D. R.; Torres, L.; Dittrich, R. Época e densidade de semeadura direta para cultivar Empasc 352 – Bola precoce em Santa Catarina. *Horticultura Brasileira*, v.14, n.1, p.88, 1996.
- Hallauer, A. R.; Miranda Filho, J. B. Quantitative genetics in maize breeding. 2.ed. Ames: Iowa State University Press, 1995.663p.
- Harms, M. G.; Dalla, P. M. ; Rezende, B. L. A.; Prestes, A. M. C.; Dalazoana, F. Influência da densidade de plantas e do uso de fungicida nas doenças foliares e na produtividade de cebola. *Horticultura Brasileira*, v.33, n.2, p.203-207, 2015.
- Hunger, H. Produtividade e análise econômica da cultura da cebola sob diferentes densidades de plantio e níveis de adubação. Guarapuava-PR: UNICENTRO, 2013. 52p. Dissertação de mestrado.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018. 11 de janeiro. Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA. Disponível em: [www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br).

Jandel Scientific. User's manual. Califórnia: Jandel Scientific, 1991. 280p.

Khokhar, K. M.; Mahmood, H. T.; Hussain, S. I.; Bhatti, M. H.; Laghari, M. H. Effect of seedlings set sizes and planting times on yield and quality of onion bulbs in Phulkara cultivar during autumn. *Asian J. Plant Sci*, v.1, n.6, p.665-667, 2002.

Kurtz, C.; Ernani, P. R.; Pauletti, V.; Menezes Júnior, 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.

Machado, C. T. T. Avaliação da eficiência de utilização de fósforo de variedades locais de milho (*Zea mays* L.). Itaguaí: UFRRJ, 1995. 128p. Tese de Doutorado.

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

Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

Maluf, W. R. Heterose e emprego de híbridos F1 em hortaliças. In: Nass, L. L.; Valois, A. C. C.; Melo, I. S.; Valadares, M. C. (ed). Recursos genéticos e melhoramento de plantas. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p.327-356.

Marrocos, S. T. P. Produtividade e qualidade de cebola fertirrigada em função de doses de potássio e épocas de cultivo. Mossoró: UFRSA, 2015. 67p. Tese de doutorado.

Marrocos, S. T. P.; Grangeiro, L. C.; Oliveira, F. H. T.; Cunha, A. P. A.; Masrua, C. P.; Cruz, C. A. Crescimento e acúmulo de nutrientes em cebola IPA 11. Congresso brasileiro de olericultura. Águas de Lindóia-SP, p.627-631, 2009

Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. London: Academic, 2002. 889 p.

May, A.; Cecílio Filho, A. B.; Porto, D. R. Q.; Vargas, P. F.; Barbosa, J. C. Produtividade de híbridos de cebola em função da população de plantas e da fertilização nitrogenada e potássica. *Horticultura Brasileira*, v.25, n.3, p.053-059, 2007.

May, A. Desempenho de híbridos de cebola em função da população de plantas e fertilização nitrogenada e potássica. Jaboticabal-SP: UNESP, 2006. 142p. Tese de Doutorado.

May, A.; Cecílio Filho, A. B.; Porto, D. R. Q.; Vargas, P. F.; Barbosa, J. C. Acúmulo de macronutrientes por duas cultivares de cebola produzidas em sistema de semeadura direta. *Bragantia*, v.67, n.2, p.507-512, 2008.

May, A.; Cecílio Filho, A. B.; Porto, D. R. Q.; Vargas, P. F.; Barbosa, J. C. Efeitos de doses de nitrogênio e potássio e densidade populacional sobre a classificação de bulbos de cebola. *Horticultura Brasileira*, v.25, n.3, p.396, 2007.

- Mekonnen, D. A.; Mihretu, F. G.; Woldetsadik, K. Farmyard manure and intra-row spacing on yield and yield components of Adama Red onion (*Allium cepa* L.) cultivar under irrigation in Gewane District, Afar Region, Ethiopia. *Journal of Horticulture and Forestry*, v.9, n.5, p.40-48, 2017.
- Mendes, A. M. S.; Faria, C. M. B.; Silva, D. J.; Resende, G. M.; Oliveira neto, M. B.; Silva, M. S. L. Nutrição Mineral e Adubação da Cultura da Cebola no Sub-médio do Vale do São Francisco. Petrolina, EMBRAPA/CPATSA, 2008. 10p. (Comunicado Técnico, 86).
- Moraes, C.; Araújo, H. S.; Factor, T. L.; Purquerio, L. F. V. Fenologia e acumulação de nutrientes por cebola de dia curto em semeadura direta. *Revista de Ciências Agrárias*, Lisboa, v.39, n.2, p.281-290, 2016.
- Moura, W. M.; Lima, P. C.; Casali, V. W. D.; Pereira, P. R. G.; Cruz, C. D. Eficiência nutricional para fósforo em linhagens de pimentão. *Horticultura Brasileira*, v.19, n.3, p.174-180, 2001.
- Natale, W.; Rozane, D. E.; Prado, R. M.; Romualdo, L. M.; Souza, H. A. S.; Hernandes, A. Dose econômica de calcário na produtividade de caramboleiras. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.33, p.1294-1299, 2011.
- Novais, R. F.; Alvarez, V. H.; Barros, N. F. de.; Fontes, R. L. F.; Cantaruti, R. B.; Nevez, J. C. L. Fertilidade do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Viçosa-MG, 2007. 1017p.
- Novo Júnior, J. Desempenho da cebola fertirrigada em Função da adubação fosfatada. Mossoró-RN: UFERSA, 2014. 57p. Dissertação de Mestrado.
- Paula, G. S. Responsividade e eficiência do uso do fósforo de Cultivares de soja. Viçosa-MG: UFV, 2016. 33p. Dissertação de Mestrado.
- 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.
- Raij, B. V. Fertilidade do Solo e Adubação, Piracicaba: Ceres, 1991. 343 p.
- Raij, B. V.; Cantarella, H.; Quaggio, J. A.; Furlani, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Campinas, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).
- Raij, B. van. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420p.
- Reghin, M. Y.; Otto, R. F.; Jacoby, C. F. S.; Olinik, J. R.; Oliveira, R. P. Efeito da densidade de plantas no rendimento de bulbos com diferentes cultivares de cebola. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 44, 2004, Campo Grande. Resumos. CD-Rom
- Rego, L. G. S.; Martins, C. M.; Silva, E. F. da.; Silva, J. J. A. da.; Lima, R. N. S. Pedogênese e classificação de solos da fazenda experimental “rafael fernandes” no município de Mossoró-RN. *Revista Caatinga*, v.29, n.4, p.1036-1042, 2016.

- Resende G. M.; Costa, N. D. Épocas de plantio e doses de nitrogênio e potássio na produtividade e armazenamento da cebola. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, P.221-226, 2008.
- Resende, G. M.; Costa, N. D.; Souza, C. A. F.; Santos, R. J. *Cultivo da Cebola no Nordeste. Embrapa Semi-Árido*, 2007. 86.p
- Resende, G. M.; Costa, N. D.; Yuri, J. E. Efeito de doses de fósforo na produtividade e armazenamento pós-colheita de dois cultivares de cebola. *Revista Ceres*, v.63, n.2, p.249-255, 2016.
- Ribeiro, A. C.; Guimarães, P. T. G.; Alvarez, V. H. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação*. Viçosa: Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais. 1999. 359p.
- Rodrigues, G. S. O.; Grangeiro, L. C.; Negreiros, M. Z.; Silva, A. C.; Novo Júnior, J. Qualidade de cebola em função de doses de nitrogênio e épocas de plantio. *Revista Caatinga*, v.28, n.3, p.239-247, 2015.
- Santos, E. E. F. *Acúmulo de nutrientes e relação Ca:Mg no cultivo da cebola, no Sub-médio São Francisco*. Botucatu-SP: UNESP, 2007. 120P. Tese de doutorado.
- Santos, J. P. *Desempenho de cultivares de cebola em função do espaçamento entre plantas*. Mossoró-RN: UFERSA, 2017. 46p. Dissertação de mestrado.
- Silva, A. A.; Delatorre, C. A. Alterações na arquitetura de raiz em resposta a disponibilidade de fósforo e nitrogênio. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v.8, n.2, p.152-163, 2009.
- 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. Diagnóstico foliar de macronutrientes em cebola produzida com biofertilizante associado à adubação mineral. *Horticultura Brasileira*. v.30, n.2, p.3155-3162, 2012.
- Silva, A. S. *Produção de cebola fertirrigada com biofertilizante associado à adubação mineral*. Mossoró-RN: UFERSA, 2012. 80P. Dissertação de mestrado.
- Silva, L. L. *Desempenho agrônomico e qualidade pós-colheita de cultivares de cebola sob níveis de adubação fosfatada em Dianópolis –TO*. Gurupi-TO: UFT, 2015.74p. Tese de doutorado.
- Silva, M. V. T. da.; Santos, A. P. F. dos.; Oliveira, F. L. de.; Souza, S. S.; Medeiros, J. F. Eficiência agrônômica e fisiológica na melancia fertirrigada com diferentes doses de nitrogênio e fósforo. *Revista Verde*, v.9, n.2, p.264-269, 2014.
- Soares, V. L. F.; Finger, F. L.; Mosquim, P. R. Influência do genótipo e do estágio de maturação na colheita sobre a matéria fresca, qualidade e cura dos bulbos de cebola. *Horticultura Brasileira*, v.22, n.1, p.18-22, 2004.
- Souza, R. J.; Resende, G. M. *Cultura da cebola*. Lavras: UFLA, 2002. 115p. (Textos Acadêmicos -Olericultura, 21).

Souza, F. I. Desempenho agronômico de abobrinha italiana em função da adubação fosfatada. Mossoró: UFRS, 2017. 48p. Dissertação de mestrado.

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, v.26, n.1, p.097-101, 2008.

Tedesco, M. J.; Gianello, C., Bissani, C. A.; Bohnen, H.; Volkweiss, S. J. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim técnico, 5).

Trani, P. E.; Breda Júnior, J. M.; Factor, T. L. Calagem e adubação da cebola (*Allium cepa* L.). Campinas: Instituto Agronômico, 2014. 35p.

Vance, C. P.; Uhde-Stone, C.; Allan, D. Phosphorus acquisition and use: critical adaptation by plants for securing non-renewable resources. New Phytologist, 2003. v.157, p.423-447.

Vidigal, S. M.; Sedyama, M. A. N.; Pedrosa, M. W.; Santos, M. R. dos. Produtividade de cebola em cultivo orgânico utilizando composto à base de dejetos de suínos. Horticultura Brasileira, v.28, n.2, p.168-173, 2010.

Vidigal, S. M.; Moreira M. A.; Pereira, P. R. G. Crescimento e absorção de nutrientes pela planta de cebola cultivada no verão por semeadura direta e por transplante de mudas. Bioscience Journal, v.26, p.59-70, 2010.

Vidigal, S. M.; Pereira, P. R. G.; Pacheco, D. D. Nutrição mineral e adubação da cebola. Informe Agropecuário, v.23, p.36-50, 2002.

Villas Boas, R. L.; Antunes, C. L.; Boaretto, A. E.; Sousa, V. F. de.; Duenhas, L. H. Perfil da pesquisa e emprego da fertirrigação no Brasil. In: FOLEGATTI, M. V. (Coord.) Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças. Guaíba: Agropecuária, 2001. v.2, cap.2, p.71-103.

Wamser, A. F.; Suzuki, A.; Mueller, S.; Gonçalves, M. M.; Valmorbidia, J.; Becker, W. F. Adubação fosfatada e potássica da cebola em área com resíduos de adubação do tomateiro. Agropecuária Catarinense, v.24, p.86-88, 2011.