



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA  
MESTRADO EM FITOTECNIA

PRISCILA MAYLANA MODESTO DE JESUS

**PRODUÇÃO E EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE CULTIVARES DE CENOURA  
SOB ADUBAÇÃO FOSFATADA**

MOSSORÓ

2018

PRISCILA MAYLANA MODESTO DE JESUS

**PRODUÇÃO E EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE CULTIVARES DE CENOURA  
SOB ADUBAÇÃO FOSFATADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Orientador: Leilson Costa Grangeiro, Prof. Dr.

MOSSORÓ

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.

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

J58p JESUS, PRISCILA.  
PRODUÇÃO E EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE  
CULTIVARES DE CENOURA SOB ADUBAÇÃO FOSFATADA /  
PRISCILA JESUS. - 2018.  
48 f. : il.

Orientador: Leilson Grangeiro.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em  
Fitotecnia, 2018.

1. Daucuscarota L. 2. fósforo. 3. nutrição de  
plantas. I. Grangeiro, Leilson, orient. II.  
Título.

PRISCILA MAYLANA MODESTO DE JESUS

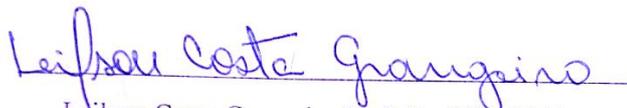
**PRODUÇÃO E EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE CULTIVARES DE CENOURA  
SOB ADUBAÇÃO FOSFATADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

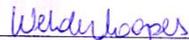
Linha de Pesquisa: Práticas culturais

Defendida em: 16 /02 /2018

**BANCA EXAMINADORA**



Leilson Costa Grangeiro Prof. Dr. (UFERSA)  
Presidente



Welder de Araújo Rangel Lopes, Pesq. Dr. (UFERSA/CAPES)  
Membro Examinador



José Robson da Silva, Pesq. Dr. (EMPARN)  
Membro Examinador

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, base da minha existência e a quem recorro em todos os momentos da minha vida.

À minha família, que, apesar da distância, sempre me dá suporte para tudo, em especial aos meus pais Edvaldo Baia de Jesus e Mirian Oeiras Modesto, minha irmã Pamella Mayara Modesto de Jesus.

À Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA) e ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, pela oportunidade e ensinamentos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa e apoio financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Prof. D. Sc. Leilson Costa Grangeiro, pela orientação, disponibilidade e apoio.

À minha colega do grupo de pesquisa Valdivia, pelas informações de suma importância nas análises e execução do projeto.

Aos colegas do grupo de pesquisa: Valdivia, Chagas, Dudu, Jorge, Luís Ricardo, Jandeilson, Ricardo, Diorge, Santiago, Gerlani, Núbia, Fabrício, Victor, Rodolfo, Francisco Israel e Bruno.

Aos colegas da pós-graduação, pelas trocas de conhecimentos e grande aprendizagem ao longo do curso.

Aos funcionários da horta, Nanã e Alderi, e ao funcionário da Fazenda Experimental Rafael Fernandes Flabênio, pela colaboração na montagem e condução do experimento.

Aos membros da banca, Welder Lopes e José Silva, pelas contribuições para finalização do trabalho.

O período de maior ganho em conhecimento e experiência é o período mais difícil da vida de alguém.

Dalai Lama

## RESUMO

JESUS, Priscila Maylana Modesto de. **Produção e eficiência nutricional de cultivares de cenoura sob adubação fosfatada**. 2018. 49f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2017.

A cenoura é uma das hortaliças com grande expressão econômica no país. Nessa cultura, a adubação fosfatada é considerada peça chave porque contribui para a formação da raiz e para a manutenção da qualidade pós-colheita. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção e eficiência nutricional de cultivares de cenoura sob adubação fosfatada em virtude das grandes quantidades aplicadas no plantio visando maiores rendimentos e por ser um dos itens que mais oneram os custos de produção. Os experimentos foram realizados no período de julho a novembro de 2016 e junho a outubro de 2017, na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, distrito da Alagoinha, Mossoró, RN. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x4 com 4 repetições, combinadas entre as cultivares (Brasília, Planalto, Suprema e Nativa) com as doses (0, 90, 180 e 270 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). As características analisadas foram: Classificação de raízes; Produtividade comercial; Produtividade não comercial; Produtividade Total; Matéria seca da folha, raízes e planta; Teor de P na folha diagnóstica e classificação das cultivares quanto à eficiência e resposta à adubação fosfatada. De modo geral, o uso de fósforo proporcionou aumento na altura de plantas e matéria seca de folhas, raízes e da planta, bem como na produção de raízes médias e longas para todas as cultivares. As doses que maximizaram as produtividades comerciais foram de 186,8; 208,0; 217,6 e 243,5 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para as cultivares Nativa, Suprema, Planalto e Brasília, respectivamente. A cultivar Nativa foi a mais eficiente e responsiva, ao passo que Brasília e Planalto foram não eficientes e não responsivas ao uso e aplicação de fósforo.

**Palavras-chave:** *Daucus carota* L., fósforo, nutrição de plantas.

## ABSTRACT

JESUS, Priscila Maylana Modesto de. **Production and nutritional efficiency of carrot cultivars under phosphate fertilization.** 2018. 49f. Dissertation (Master in Plant Science) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2018.

The carrot is one of the vegetables with great economic expression in the country. In this crop, phosphate fertilization is considered a key component because it contributes to root formation and post-harvest quality maintenance. The objective of this research was to evaluate the production and nutritional efficiency of carrot cultivars under phosphate fertilization, due to the large quantities applied in the planting for higher yields, in addition to being one of the most expensive of production. The experiments were carried out from July to November of 2016 and from June to October of 2017, at the Experimental Farm Rafael Fernandes, Alagoinha district, Mossoró, RN. The experimental design was in randomized blocks, in a 4x4 factorial scheme with 4 replicates, combined among the cultivars (Brasília, Planalto, Suprema and Nativa) with the doses (0, 90, 180 and 270 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). The characteristics analyzed were: Root classification; Commercial productivity; Non-commercial productivity; Total Productivity; Dry leaf mass, roots and plant; P content in the diagnostic leaf and classification of the cultivars regarding the efficiency and response to phosphate fertilization. In general, the use of phosphorus provided an increase in plant height and dry matter of leaves, roots and total, as well as in the production of medium and long roots for all cultivars. The doses that maximized the commercial productivities were 186,8; 208,0; 217,6 and 243,5 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> for the Native, Supreme, Plateau and Brasília cultivars, respectively. The native cultivar was the most efficient and responsive, while Brasília and Plateau were not efficient and not responsive to the use and application of phosphorus.

**Keywords:** *Daucus carota L.*, Phosphorus, plant nutrition.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Temperatura média e umidade relativa do ar, nos cultivos de julho a novembro de 2016 (A) e de junho a outubro de 2017 (B) Mossoró-RN, 2017 .....	17
<b>Figura 2</b> - Teor de fósforo foliar(PF) de cultivares de cenoura, em função de doses de fósforo, nos cultivos de julho a novembro de 2016 (A) e de junho a outubro de 2017 (B). Mossoró-RN, 2017. ....	23
<b>Figura 3</b> - Produtividade total de cenoura de cultivares de cenoura, em função de doses de fósforo, nos cultivos de julho a novembro de 2016 (A) e de junho a outubro de 2017 (B). Mossoró-RN, 2017. ....	25
<b>Figura 4</b> - Produtividade comercial de cultivares de cenoura em função de doses de fósforo. Mossoró-RN, 2017.....	26
<b>Figura 5</b> - Produtividade de raízes não comerciais de cenoura, em função das doses de fósforo e épocas de cultivos. Mossoró-RN, 2017.....	28
<b>Figura 6</b> - Produtividade de raízes médias de cultivares de cenoura, em função de doses de fósforo, nos cultivos de julho a novembro de 2016 (A) e de junho a outubro de 2017 (B). Mossoró-RN, 2017. ....	30
<b>Figura 7</b> - Produtividade de raízes longas de cultivares de cenoura, em função de doses de fósforo, nos cultivos de julho a novembro de 2016 (A) e de junho a outubro de 2017 (B). Mossoró-RN, 2017. ....	31
<b>Figura 8</b> – Produção de raízes curtas de cenoura em função das doses de fósforo. Mossoró-RN, 2017.....	32
<b>Figura 9</b> - Altura da parte aérea de cenoura em função das doses de fósforo. Mossoró-RN, 2017. ....	34
<b>Figura 10</b> – Matéria seca da folha de cultivares de cenoura, em função de doses de fósforo, nos cultivos de julho a novembro de 2016 (A) e de junho a outubro de 2017 (B). Mossoró-RN, 2017.....	36
<b>Figura 11</b> - Matéria seca da raiz de cultivares de cenoura, em função de doses de fósforo, nos cultivos de julho a novembro de 2016 (A) e de junho a outubro de 2017 (B). Mossoró-RN, 2017.....	37
<b>Figura 12</b> - Matéria seca da planta de cultivares de cenoura, em função de doses de fósforo, nos cultivos de julho a novembro de 2016 (A) e de junho a outubro de 2017 (B). Mossoró-RN, 2017. ....	39
<b>Figura 13</b> - Eficiência no uso e resposta à aplicação do fósforo na produtividade de cultivares de cenoura, pela metodologia de Fageria e Kluthcouski (1980).....	40

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Caracterização química do solo na camada de 0 – 20 cm de profundidade, antecedente às instalações dos experimentos nos anos 2016 e 2017 Mossoró-RN, 2017.....	17
<b>Tabela 2</b> – Resumo dos valores de F da análise de variância para teor de fósforo foliar (PF), produtividades total (PT), comercial (PC), não comercial (PNC), raízes curtas (PDR <sub>C</sub> ), raízes médias (PDR <sub>M</sub> ) e raízes longas (PDR <sub>L</sub> ) de cultivares de cenoura. Mossoró-RN, 2017.....	22
<b>Tabela 3</b> - Valores médios para teor de fósforo foliar (PF) e produtividade total (PT), em função das doses de fósforo, cultivares de cenoura e épocas de plantio. Mossoró - RN, 2017. ....	24
<b>Tabela 4</b> - Valores médios de produtividade comercial (PC) de cultivares de cenoura em função das doses de fósforo e épocas de cultivos. Mossoró-RN, 2017.....	27
<b>Tabela 5</b> - Valores médios de produtividade não comercial de cultivares de cenoura em função dos cultivos de julho a novembro de 2016 (Época 1) e de junho a outubro de 2017 (Época 2). Mossoró-RN, 2017.....	28
<b>Tabela 6</b> - Produtividade de raízes médias (PDR <sub>M</sub> ) e produtividade de raízes longas (PDR <sub>L</sub> ) em função de doses de fósforo, no cultivo de julho a novembro de 2016 e de junho a outubro de 2017. Mossoró-RN, 2017. ....	29
<b>Tabela 7</b> - Resumo dos valores de F da análise de variância para altura de planta (ALT), matéria seca de folha (MSF), raízes (MSR) e planta (MSP) de cultivares de cenoura. Mossoró-RN, 2017. ....	33
<b>Tabela 8</b> - Valores médios de altura (ALT) em cultivares de cenoura sob adubação fosfatada. Mossoró-RN, 2017.....	33
<b>Tabela 9</b> - Valores médios matéria seca da folha (MSF), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca da planta (MSP), de cultivares de cenoura em função das doses de fósforo e épocas de plantio. Mossoró, RN, 2017.....	35

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>8</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Aspectos gerais da cultura .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Adubação fosfatada na cultura da cenoura.....</b>	<b>15</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Localização e caracterização da área experimental .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2 Tratamentos e delineamento experimental .....</b>	<b>18</b>
<b>3.3 Implantação e condução dos experimentos .....</b>	<b>19</b>
<b>3.4 Características avaliadas .....</b>	<b>19</b>
<b>3.5 Análises estatísticas.....</b>	<b>21</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>4.1 Teor de P foliar, Produtividade e Classificação de raízes.....</b>	<b>22</b>
<b>4.2 Altura e matéria seca de planta.....</b>	<b>33</b>
<b>4.3 Classificação das cultivares quanto à resposta e eficiência à adubação fosfatada</b>	<b>40</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A cenoura (*Daucus carota* L.) está entre as 10 hortaliças mais plantadas no Brasil. Em 2014, o Brasil produziu 780,6 mil t distribuídas em uma área de 24,560 mil ha<sup>-1</sup>, perfazendo uma produtividade média de 33,8 t ha<sup>-1</sup>. Concentradas entre os municípios de Carandaí, Maria da Fé e São Gotardo (MG); Piedade, Ibiúna e Mogi das Cruzes (SP); Ponta Grossa e Marilândia (PR) e Irecê (BA) (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2014; RESENDE et al., 2016). No entanto, a produtividade média está abaixo do seu potencial (120 t ha<sup>-1</sup>). Este comportamento está associado principalmente ao manejo fitossanitário, escolha inadequada da cultivar e baixo teor de fósforo nos solos.

Devido ao ciclo curto e ao rápido crescimento da cenoura, é necessário alto nível de fertilidade do solo para suprir a demanda nutricional até a colheita. Segundo Aquino et al. (2015), para cenoura, a fertilização contribui com aproximadamente 45% dos custos de produção, implicando na qualidade e rentabilidade. E o fósforo é o nutriente que mais onera financeiramente, pela aplicação excessiva em virtude dos frequentes processos reativos no solo (sorção, fixação e imobilização). Fisiologicamente, o nutriente participa de atividades fotossintéticas, metabolismo das plantas, transferência de energia e respiração (GRANT et al., 2001), sendo peça chave na formação de raízes e qualidade pós-colheita da cenoura (LUZ et al., 2009b; ASSUNÇÃO et al., 2016).

O ganho na produtividade média com a fertilização fosfatada pode chegar a 13,2% em comparação com sua ausência. Estudos realizados por Filho et al. (2005) afirmaram efeito positivo para as características agrônômicas em cenouras adubadas com fósforo, ressaltando o comportamento linear no comprimento das raízes com aplicação de 640 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e produtividade média de 24,5 t ha<sup>-1</sup>. Santana et al. (2015), trabalhando com a cultivar Brasília sob efeito da adubação fosfatada, obtiveram produtividade média de 39,8 t ha<sup>-1</sup> na dose 432,8 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ou seja, valor acima da produtividade média nacional (30 e 35 t ha<sup>-1</sup>). A região de estudo também define a quantidade do fertilizante aplicado, devido às características edafoclimáticas distintas.

Para as áreas nordestinas geralmente aderem a tabela de adubação para o estado de Pernambuco, onde as recomendações para a cenoura variam de 60 a 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Entretanto, no estado do Rio Grande do Norte existem variações climáticas e pedológicas diferentes de Pernambuco, o que pode influenciar na dosagem aplicada, gerando excesso ou carência nutricional devido à ausência de pesquisas indicando a dose adequada que supram os requisitos nutricionais, econômicos e produtivos.

Alguns fatores que garantem o sucesso da cenoura já foram estudados na região de Mossoró, tais como: densidades populacionais e qualidade de cenouras de verão (ALVES et al., 2010), consórcio e manejo de plantas daninhas (OLIVEIRA FONTES et al., 2012), adubação orgânica com Jitirana (OLIVEIRA et al., 2012), doses de nitrogênio e épocas de plantio (OLIVEIRA et al., 2015), acúmulo e exportação de nutrientes (OLIVEIRA et al., 2006). Todavia, estudos relacionados à adubação fosfatada com diferentes cultivares são essenciais para conhecer seu comportamento.

Em razão da diversidade genética das plantas, normalmente ocorrem diferenças na capacidade de absorção de nutrientes. A eficiência do uso dos nutrientes é uma ferramenta importante para indicar o desempenho da cultivar na ausência e excesso do fertilizante (FAGERIA, 1998).

Em vista dos argumentos acima, o objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade e eficiência de uso de fósforo em cultivares de cenoura.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Aspectos gerais da cultura

A cenoura (*Daucus carota L.*), considerada bianual, é a Apiaceae mais importante dentre as espécies desta família botânica. Trata-se de uma raiz tuberosa com potencial fonte de betacaroteno e vitamina A, indicados pela cor alaranjada (ALVES et al., 2010; FILGUEIRA, 2012).

*A priori*, o cultivo da cenoura no Brasil era restrito às regiões do centro sul, por acomodar as condições climáticas favoráveis à cultura. Dessa forma, abastecia-se o mercado durante os períodos mais frios. Entretanto, nas épocas de verão a demanda diminuía devido à baixa oferta e preços elevados. Diante dessa problemática, em meados dos anos 80 a EMBRAPA e a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da USP introduziram a cultivar de verão Brasília (EMBRAPA, 2008).

As principais características agregadas à cultivar Brasília são: boa adaptação em clima mais quente e tolerância às doenças predominantes, como “queima-das-folhas” e as galhas radiculares provocadas por nematoides (VIEIRA et al., 2012).

Em busca do aperfeiçoamento das cenouras do grupo de verão, a partir da cultivar Brasília derivaram-se outros genótipos com características peculiares, nos quais possibilitaram o cultivo durante o ano todo nas regiões produtoras, mantendo a qualidade e a resistência fitopatológica (LUZ et al., 2009).

Dentre as características dos genótipos do grupo Brasília, podemos destacar: Alvorada (35% de carotenóides totais); Esplanada (raízes finas e longas); Planalto (cilíndricas e uniformes, coloração externa alaranjada intensa); Brasília (resistência a ataques fitopatológicos)

Lopes et al. (2008) obtiveram boa produtividade comercial (35,15 t ha<sup>-1</sup>) para cultivar Brasília na região de Mossoró (RN), porém com predominância de raízes médias. Oliveira (2015), pesquisando produtividade de cenoura em função de doses de nitrogênio e épocas de plantio, observou produtividade comercial de 25,3 t ha<sup>-1</sup>, para a mesma cultivar e região.

Uma alternativa na busca por maiores produtividades é a utilização dos híbridos de cenoura, os quais foram lançados em meados do ano 2000. Essa tecnologia vem ganhando espaço no mercado devido aos melhores índices de produtividade, colheita e homogeneidade das raízes (VIEIRA et al., 2012). Apesar dos custos com obtenção das sementes, os produtores optam pelos híbridos devido ao potencial produtivo, podendo compensar o investimento inicial no cultivo dessa hortaliça (HASEGAWA, 2006; PEREIRA et al., 2015).

Conforme a Associação Brasileira do Comércio e Mudas, no inverno de 2009 foram cultivadas 62% da área com sementes híbridas e 38% cultivadas no verão (ABCSEM, 2009; CARVALHO E SILVA, 2017). No entanto, para estes materiais expressarem suas características são necessárias condições de cultivo ideais, desde o preparo da área, fertilização, tratos culturais à colheita na época correta.

## 2.2 Adubação fosfatada na cultura da cenoura

A fertilidade do solo é um fator intimamente ligado ao rendimento da raiz, pois influencia diretamente na morfologia e desenvolvimento vegetativo. Plantas nutridas corretamente podem expressar com facilidade sua potencialidade.

Algumas cultivares podem demandar exigências nutricionais diferentes. Desse modo, é importante conhecer a quantidade ideal dos nutrientes para atender aos requisitos nutricionais da cultura, bem como acerca do seu retorno financeiro (SINGH et al., 2012).

Durante a fase inicial, as raízes estão em formação e sua habilidade para exploração de nutrientes é baixa, havendo influência da adubação, aplicação e grau de mobilidade do nutriente no solo. As limitações na disponibilidade de fósforo no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera, mesmo aumentando o suprimento do nutriente a níveis adequados.

A adubação fosfatada é a que mais limita a produção, pois pretendendo aumentar os níveis de produtividade, normalmente são depositadas altas doses desse fertilizante devido à alta interação do nutriente com o solo nos processos de sorção, fixação, imobilização ou lixiviação, razão pela qual o fósforo é aplicado totalmente no plantio sendo absorvido preferencialmente via difusão (SCHACHTMAN et al., 1998). Geralmente, os solos brasileiros são pobres em fósforo devido as reações em solos ácidos ou com altos teores de óxidos de ferro e alumínio, afetando diretamente na absorção radicular (FONSECA et al., 1997B; MARTINEZ, 2001).

Na ausência de fósforo no solo, ocorre a redução no tamanho das raízes e na parte vegetativa, fundamentada pela participação do nutriente em funções estruturais e no processo de transferência e armazenamento de energia (NASCIMENTO et al., 2015), combinada com a produção de pigmentos escuros devido à concentração de antocianinas (GRANT et al., 2001).

Na planta, o nutriente é de fácil mobilidade, entrando nos processos fotossintéticos, originando substratos para os diversos ciclos bioquímicos que atuam diretamente no desenvolvimento vegetativo. O fósforo constitui entre 83% (DEZORDI, 2015) e 86,1%

(CECÍLIO FILHO E PEIXOTO, 2013) do índice de colheita, em especial nas raízes tuberosas onde a extração de nutriente é maior.

A análise dos índices de acúmulo dos nutrientes no vegetal traz a possibilidade de conhecer o estado nutricional da planta. Visto isto, nas condições do semiárido, Oliveira et al.(2006) definiram que o fósforo e potássio acumularam-se preferencialmente nas raízes, ao passo que o N, Ca e Mg, na parte vegetativa. Dezordi et al. (2015) observaram acúmulo de nutrientes na seguinte ordem: N, P, K, de modo que o fósforo está entre os nutrientes mais acumulados na planta.

A ligação positiva entre doses de fósforo e crescimento vegetativo foi encontrada por Filho et al. (2005), onde o comprimento e massa fresca da raiz possuíram efeito linear crescente de acordo com as doses de fósforo aplicadas (0 - 640 kg ha<sup>-1</sup>de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), nas condições do cerrado mineiro.

Araújo (2000) verificou que na deficiência de fósforo houve aumento na produção de raízes não comerciais ou refugos, constatando a dependência do nutriente na eficiência fotossintética, com efeito remanescente na formação de raízes. Assunção et al. (2016), estudando a eficiência de recuperação de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) pela cultura da cenoura, observaram maior ganho no rendimento comercial ao aplicar 300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ou seja, inferior à fertilização recomendada (500 kg ha<sup>-1</sup>), sem prejuízos no rendimento.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização e caracterização da área experimental

Os experimentos foram realizados na Fazenda Experimental Rafael Fernandes da Universidade Federal Rural do Semiárido, localizada no distrito de Alagoinha, distante 20 km do município de Mossoró-RN, em solo classificado como Argissolo Vermelho Distrófico típico (REGO et al., 2016), no período de julho a novembro de 2016 (Época 1- EP1) e junho a outubro de 2017 (Época 2 – EP2).

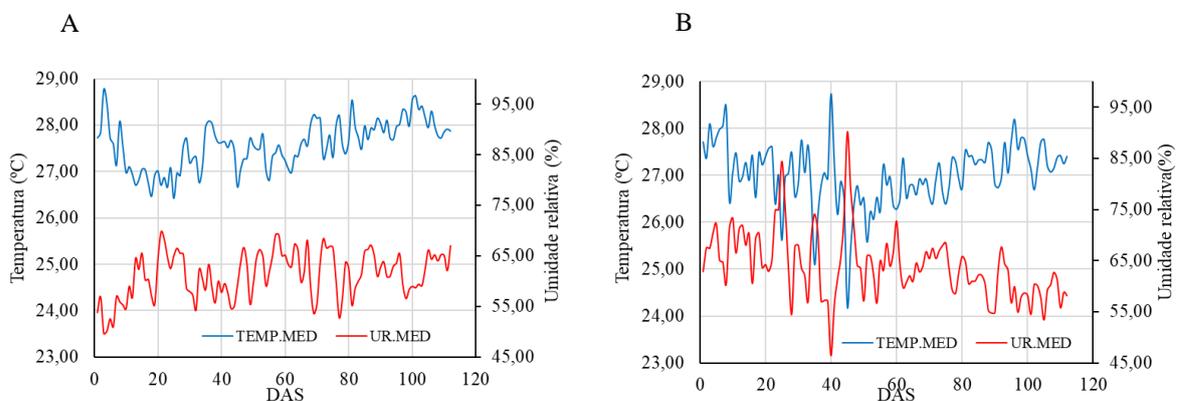
Antes da instalação dos experimentos, foram realizadas coletas de solo, na camada de 0-20 cm de profundidade, para caracterização química do solo das áreas experimentais (Tabela 1). As proporções de areia, silte e argila para primeira época foram 940, 10 e 50 g kg<sup>-1</sup> e para segunda de 920, 30 e 50 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Tabela 1** - Caracterização química do solo na camada de 0 – 20 cm de profundidade, antecedente às instalações dos experimentos nos anos 2016 e 2017 Mossoró-RN, 2017.

Época	pH	CE dS/m	P	K <sup>+</sup> -----mgdm <sup>3</sup> -----	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup> -----cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> -----	Mg <sup>2+</sup>
1	5,9	0,02	1,4	55,6	2,3	1,13	0,77
2	5,9	0,07	6,3	50,3	5,8	1,1	0,6

O clima da região, segundo classificação de Köppen, é BSwh', é seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que geralmente compreende o período de junho a janeiro e uma chuvosa, entre os meses de fevereiro e maio (CARMO FILHO et al., 1991).

As temperaturas médias foram de 27,5°C e 26,5°C e umidade relativa 55% e 65% para a primeira e segunda época, respectivamente (Figura 1).



**Figura 1** - Temperatura média e umidade relativa do ar, nos cultivos de julho a novembro de 2016 (A) e de junho a outubro de 2017 (B) Mossoró-RN, 2017

### 3.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 4 com quatro repetições. Os tratamentos foram baseados no arranjo de quatro doses de fósforo (0, 90, 180 e 270kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) com três cultivares de cenoura (Brasília, Planalto e Suprema) e um híbrido (Nativa), totalizando 16 tratamentos.

- A cultivar Brasília é de polinização aberta com ciclo de 85 a 100 dias e comprimento variando de 15 a 22 cm. Possui resistência a elevadas temperaturas, requeima de *Alternaria* (*Alternaria dauci*(Küehn) Groves; Skolko) e resistência ao pendoamento precoce. Alcança produtividade média de 30 t ha<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2006).
- A cultivar BRS Planalto é de polinização aberta com ciclo entre 100 a 110 dias e comprimento variando de 16 a 20 cm. Possui resistência a altas temperaturas, queima-das-folhas e nematoides. A produtividade pode chegar até 50 t ha<sup>-1</sup> (VIEIRA et al., 2012)
- A cultivar Suprema é de polinização aberta com ciclo de 80 dias e comprimento variando de 20 a 22 cm. É resistente ao pendoamento precoce, nematoides, requeima de alternária e altas temperaturas. Sua produtividade pode chegar até 40 t ha<sup>-1</sup>(RESENDE at al., 2016)
- A cenoura nativa é de polinização fechada (Híbrido) com ciclo de 100 dias e comprimento de 17 cm. É resistente ao pendoamento precoce, nematoides e altas temperaturas. Sua produtividade pode chegar até 50 t ha<sup>-1</sup>(SAKATA, 2015).

A unidade experimental foi constituída por canteiro de 2,4 x 1,0 m, com cinco fileiras de plantas, espaçadas em 0,20 x 0,08 m, perfazendo uma área total de 2,4 m<sup>2</sup>, sendo consideradas como área útil as três fileiras centrais, desprezando uma planta em cada extremidade.

A dose tomada como base foi de 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, recomendada para a cultura da cenoura, segundo Cavalcanti (2008), para solos com teor menor de 11 mg dm<sup>-3</sup> de P e produtividade esperada de 30 t ha<sup>-1</sup>.

### 3.3 Implantação e condução dos experimentos

O preparo do solo consistiu na aração, gradagem e levantamento dos canteiros. A adubação de plantio foi realizada com base na análise do solo e segundo recomendação de Cavalcanti (2008), sendo utilizados  $75 \text{ kg ha}^{-1}$  de N,  $54 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $4 \text{ kg ha}^{-1}$  de B e  $9 \text{ kg ha}^{-1}$  de Zn, respectivamente, nas formas de ureia, cloreto de potássio, ácido bórico e sulfato de zinco. Os fertilizantes foram distribuídos a lanço sobre os canteiros e incorporados ao solo com auxílio do ciscador.

A semeadura foi realizada manualmente no sentido transversal do canteiro, em covas de aproximadamente 2,0cm de profundidade, espaçadas de 0,08m, com 3 a 4 sementes por cova. O desbaste foi realizado aos 25 dias após a semeadura (DAS), deixando-se uma planta por cova.

O sistema de irrigação utilizado foi do tipo microaspersão, colocando-se no centro dos canteiros uma linha de microaspersores espaçados de 1,20 m e vazão média de  $30 \text{ L/ha}^{-1}$ . As irrigações foram diárias, com turno de rega parcelada em duas aplicações (manhã e tarde). Foram realizadas capinas manuais para controle das plantas daninhas, quando necessárias.

Para adubações de cobertura, foram utilizados  $52,5 \text{ kg ha}^{-1}$  de N e  $57,5 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , nas formas de sulfato de amônio, cloreto de potássio e nitrato de potássio, sendo parceladas aos 25 e 45 DAS. Aos 65, 70, 75 e 80 DAS, foram aplicados Rexolin, como fonte de micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn e B, Mo) via foliar, baseada na recomendação comercial para cultura ( $0,5 \text{ kg/ha}^{-1}$ ).

A colheita foi realizada quando as folhas mais velhas tornaram-se amarelas e as folhas novas levemente arqueadas, o que ocorreu aos 120 e 125 DAS nas épocas 1 e 2, respectivamente.

### 3.4 Características avaliadas

- Teor de fósforo na folha diagnóstica ( $\text{g kg}^{-1}$ ): Foram coletadas na metade do ciclo da cultura (60DAS) 10 folhas jovens completamente expandida, juntamente com o pecíolo na área útil da parcela, seguindo a metodologia proposta por Malavolta et al. (1997). As amostras foram higienizadas com água destilada e secas em estufas até atingir peso constante, após o que foram moídas e feita a digestão sulfúrica para a determinação dos teores de P, seguindo-se a metodologia descrita por Trani e Rajj (1997).

-Altura da planta (cm): determinada com auxílio de uma régua, medindo-se 15 plantas por parcela do nível do solo até a extremidade da folha mais alta, aos 90 dias após a semeadura.

- Matéria seca da folha e raízes (g planta<sup>-1</sup>): Após a colheita, foram coletadas cinco plantas da área útil da parcela, separadas em parte aérea e raízes, acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação de ar forçada, com temperatura regulada a 65° C, até atingir massa constante.

-Matéria seca de planta (g planta<sup>-1</sup>): Por ocasião da colheita, foram coletadas cinco plantas da área útil da parcela, separadas em parte vegetativa e raiz, lavadas, acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação de ar forçada, com temperatura regulada a 65° C, até atingir massa constante.

-Classificação das raízes (t ha<sup>-1</sup>): Realizada segundo o comprimento e maior diâmetro transversal das raízes em: longas (comprimento de 17 a 25 cm e diâmetro menor que 5 cm), médias (comprimento de 12 a 17 cm e diâmetro maior que 2,5 cm), curtas (comprimento de 5 a 12 cm e diâmetro maior que 1 cm) e refugo (raízes que não se enquadram nas medidas anteriores), conforme Lana; Vieira (2000).

-Produtividade comercial (t ha<sup>-1</sup>): Obtida pelo somatório da produção de raízes longas, médias e curtas, livres de rachaduras, bifurcações, nematoides e danos mecânicos, da área útil da parcela.

-Produtividade não comercial (t ha<sup>-1</sup>): Obtida pelo somatório da produção de raízes refugo e/ou com rachaduras, bifurcações, nematoides e danos mecânicos da área útil da parcela.

-Produtividade total (t ha<sup>-1</sup>): Obtida pelo somatório da produtividade comercial e não comercial.

-Classificação das cultivares quanto à resposta e eficiência à adubação fosfatada: foi utilizado o método proposto por Fageria e Kluthcouski (1980). Nesse método, a eficiência de utilização do nutriente é definida pela média de produtividade da cultura em baixo nível do nutriente em estudo.

A resposta à utilização do nutriente é obtida pela diferença da produtividade da cultura em ambiente com alto e baixo nível do nutriente, dividida pela diferença entre as doses, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$IR = (PTAP - PDTBP) / DEP$$

Em que: IR: Índice de resposta; PTAP: Produtividade de raízes (kg ha<sup>-1</sup>) com alto nível de fósforo (180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); PTBP: Produtividade de raízes (kg ha<sup>-1</sup>) com baixo nível de

fósforo (Tratamento sem aplicação de fósforo); DEP: Diferença entre as doses de fósforo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

A classificação das cultivares foi realizada a partir de representação gráfica no plano cartesiano. No eixo das abscissas, encontra-se a eficiência na utilização do fósforo e no eixo das ordenadas, o índice de resposta à sua utilização. O ponto de origem dos eixos é a eficiência média e a resposta média das cultivares. No primeiro quadrante, são representados os cultivares eficientes e responsivos; no segundo, os não eficientes e responsivos; no terceiro, os não eficientes e não responsivos e no quarto, os eficientes e não responsivos.

### 3.5 Análises estatísticas

As análises de variância das características foram avaliadas isoladamente para cada experimento. Depois, procedeu-se a análise conjunta dos experimentos, por meio do teste F utilizando o *software* SISVAR. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa SISVAR. Os dados foram submetidos à análise de regressão e as equações ajustadas por meio do *software* Table Curve 2D v5.01.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Teor de P foliar, Produtividade e Classificação de raízes

A interação dos fatores cultivares, doses de P e épocas foi significativa para teor de fósforo foliar, produtividade total, raízes média e raízes longas. Para a produtividade comercial e não comercial, foram significativas as interações duplas entre os fatores estudados; para raízes curtas, os fatores cultivar e dose foram significativos (Tabela 2).

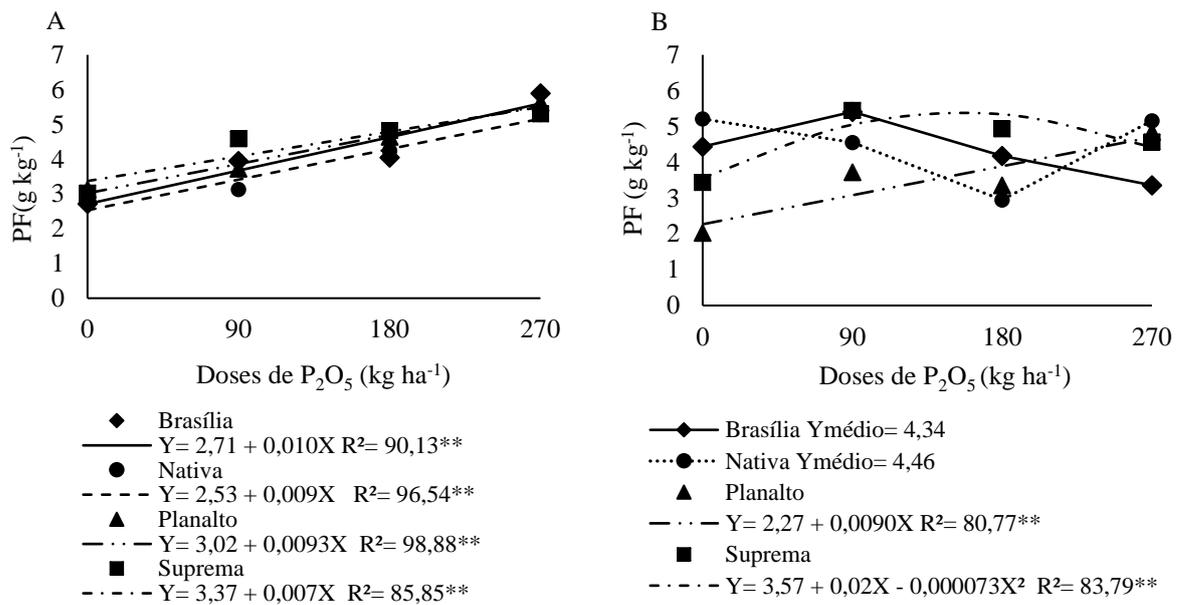
**Tabela 2** – Resumo dos valores de F da análise de variância para teor de fósforo foliar (PF), produtividades total (PT), comercial (PC), não comercial (PNC), raízes curtas (PDR<sub>C</sub>), raízes médias (PDR<sub>M</sub>) e raízes longas (PDR<sub>L</sub>) de cultivares de cenoura. Mossoró-RN, 2017.

FV	GL	PF	PT	PC	PNC	PDR <sub>C</sub>	PDR <sub>M</sub>	PDR <sub>L</sub>
Bloco(Época)	6	3,19 **	3,303**	0,674 <sup>ns</sup>	0,756 <sup>ns</sup>	1,325 <sup>ns</sup>	1,567 <sup>ns</sup>	1,359 <sup>ns</sup>
Época (E)	1	0,27 <sup>ns</sup>	92,78**	16,213 <sup>ns</sup>	10,511 **	3,258 <sup>ns</sup>	1,787 <sup>ns</sup>	20,674 <sup>ns</sup>
Cultivar (C)	3	4,58 **	13,442**	49,485**	35,956**	5,420**	56,467 <sup>ns</sup>	13,488 <sup>ns</sup>
Dose (D)	3	32,16 **	214,75**	90,805**	2,625 <sup>ns</sup>	19,234**	2,239 <sup>ns</sup>	16,806 <sup>ns</sup>
E*C	3	5,984 **	2,889**	6,260**	7,763**	2,420 <sup>ns</sup>	3,574 <sup>ns</sup>	5,794 <sup>ns</sup>
E*D	3	15,89 **	14,763**	7,270**	2,724**	0,776 <sup>ns</sup>	3,032 <sup>ns</sup>	1,005 <sup>ns</sup>
C*D	9	4,43 **	1,527 <sup>ns</sup>	3,092**	1,231 <sup>ns</sup>	0,871 <sup>ns</sup>	0,717**	3,046 <sup>ns</sup>
E*C*D	9	4,00**	2,909**	1,734 <sup>ns</sup>	1,896 <sup>ns</sup>	0,560 <sup>ns</sup>	2,901**	2,962**
CV (%)		16,6	15,1	23,9	46,51	91,47	25,14	49,38

\*\* significativo ao nível de 5% de probabilidade e “ns” não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Na época 1, os teores de P foliar em função das doses de fósforo se ajustaram ao modelo de regressão linear, independentemente da cultivar. Os máximos estimados foram de 5,6; 5,2, 5,5 e 5,5 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente, para as cultivares Brasília, Nativa, Planalto e Suprema (Figura 2 A). Na época 2, os teores de P ajustaram-se ao modelo linear para Planalto e quadrático para Suprema, com máximos de 4,7 e 5,4 g kg<sup>-1</sup> obtidos nas doses de 270 e 156,8 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(Figura 2B). As cultivares Brasília e Nativa não se ajustaram a nenhum modelo matemático, com médias de 4,3 e 4,5 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

Os teores de P foliar, independentemente das doses de fósforo e cultivar de cenoura nos dois experimentos, estiveram dentro da faixa de teores adequados (2 a 4 g kg<sup>-1</sup>), segundo Trani; Rajj (1997). No entanto, no tratamento sem aplicação de fósforo as plantas desenvolveram sintomas característicos de deficiência, como folhas de coloração castanho-arroxeadas, crescimento reduzido e raízes com desenvolvimento anormal, conforme Bastos et al. (2008).



**Figura 2** - Teor de fósforo foliar (PF) de cultivares de cenoura, em função de doses de fósforo, nos cultivos de julho a novembro de 2016 (A) e de junho a outubro de 2017 (B). Mossoró-RN, 2017.

O processo de crescimento vegetativo é acelerado e de forma linear, até os 60 DAS, o que possivelmente demanda maior quantidade de nutriente. Resultado semelhante ao encontrado por Cecílio Filho e Peixoto (2013), que, estudando acúmulo de nutrientes na cenoura, constataram que entre 50 a 80 DAS houve aumento na quantidade de P nas folhas e a partir de 80 DAS o acúmulo tornou-se lento, permanecendo até o final do ciclo.

Sosa et al. (2013), analisando a absorção de nitrogênio, fósforo e potássio durante o ciclo da cenoura, obtiveram aos 65 DAS 14,5% de fósforo acumulado na raiz, sendo a parte aérea responsável pela maior porcentagem do P acumulado. A partir dos 65 DAS até a colheita, a raiz acumulou 70% do nutriente aplicado, visto que esta fase compreende a expansão ou enchimento da raiz, ocorrendo a translocação do fósforo da parte aérea para a raiz.

As cultivares diferenciaram-se significativamente quanto ao teor de P foliar, independentemente das doses e épocas. Na época 1, a cultivar Nativa obteve PF inferior às demais, na dose de 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, embora não tenha diferenciado significativamente da Brasília e Planalto. Nas demais doses, as cultivares não se diferenciaram significativamente. Na época 2, a cultivar Planalto obteve PF inferior nas doses de 0 e 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; Nativa e Brasília nas doses de 180 e 270 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente (Tabela 3).

**Tabela 3** - Valores médios para teor de fósforo foliar (PF) e produtividade total (PT), em função das doses de fósforo, cultivares de cenoura e épocas de plantio. Mossoró - RN, 2017.

Dose(kg ha <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Época	PF (g kg <sup>-1</sup> )			
		Brasília	Nativa	Planalto	Suprema
0	1	2,72 Ba	2,74 Ba	3,13Aa	3,03 Aa
	2	4,44 Aab	5,21 Aa	2,03 Bc	3,44 Ab
90	1	3,96 Bab	3,13 Bb	3,74 Aab	4,59 Aa
	2	5,41 Aa	4,55 Aab	3,72 Ab	5,45 Aa
180	1	4,05 Aa	4,25 Aa	4,64 Ba	4,83 Aa
	2	4,18 Aab	2,96 Bb	3,36 Ab	4,94 Aa
270	1	5,89 Aa	5,29 Aa	5,64 Aa	5,31 Aa
	2	3,67 Bb	5,16 Aa	4,85 Aab	4,57 Aab

Dose (kg ha <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Época	PT (t ha <sup>-1</sup> )			
		Brasília	Nativa	Planalto	Suprema
0	1	10,59 Ab	25,82 Aa	13,18 Ab	12,01 Ab
	2	14,08 Aa	17,89 Ba	14,04 Aa	10,59Aa
90	1	23,39 Bb	37,22 Ba	33,29 Ba	38,07 Ba
	2	47,17 Aa	48,05 Aa	43,25 Aa	46,08 Aa
180	1	37,78 Ab	51,88 Aa	31,64 Bb	34,46 Bb
	2	44,45 Aa	50,34 Aa	50,48 Aa	48,61 Aa
270	1	36,39 Ba	37,64 Ba	33,73 Ba	35,68 Ba
	2	46,67 Aa	53,89 Aa	49,22 Aa	53,55 Aa

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

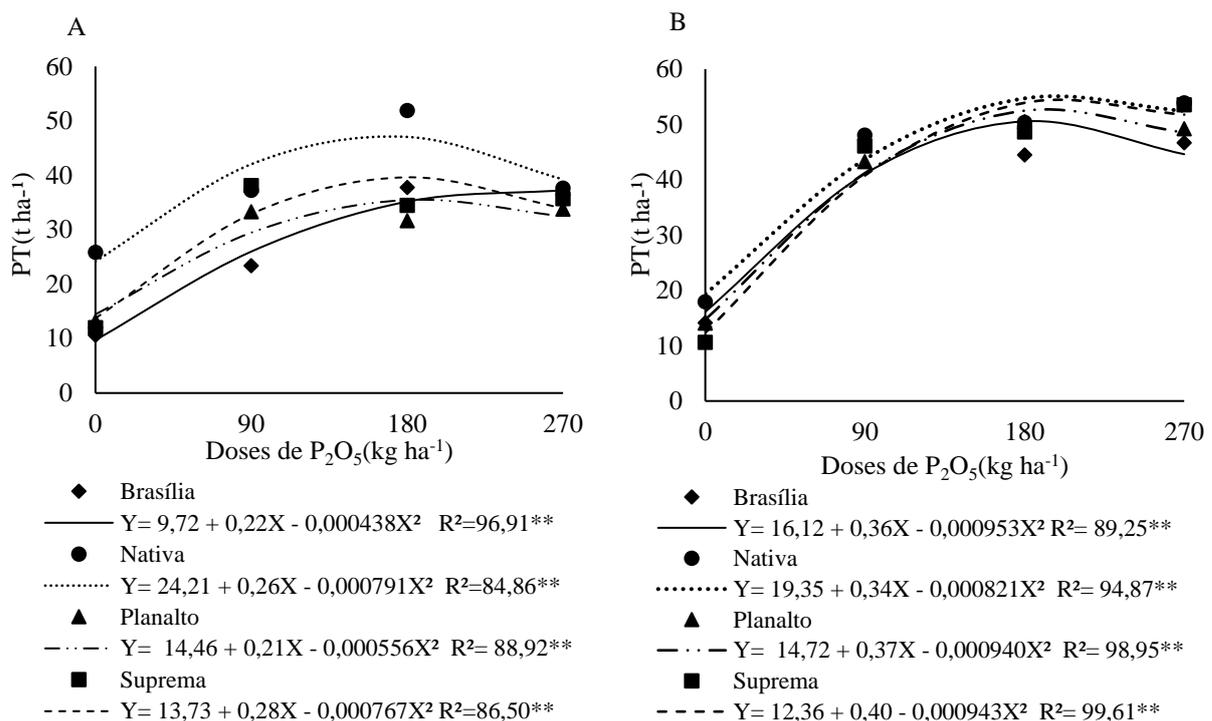
Na época 1, a produtividade total (PT) da cultivar Nativa foi superior às demais nas doses de 0 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Na dose de 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, a Brasília foi inferior às demais e na dose de 270 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> as cultivares não se diferenciaram significativamente. Na época 2, as cultivares não se diferenciaram significativamente para PT, independentemente da dose de P, com exceção do tratamento sem aplicação de P, no qual a Brasília foi inferior às demais (Tabela 3).

Com exceção da cultivar Nativa na dose de 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (não se diferenciou significativamente da época 1), as PT foram superiores na época 2 para todas as cultivares, independentemente da dose de P aplicada (Tabela 3).

Na época 1, as médias de produtividade total (PT) ajustaram-se significativamente aos modelos de regressão quadráticos em todas as cultivares de cenoura. As doses que maximizaram a PDT nas cultivares Brasília (37,40 t ha<sup>-1</sup>), Nativa (47,13 t ha<sup>-1</sup>), Planalto (35,59 t ha<sup>-1</sup>) e Suprema (39,64 t ha<sup>-1</sup>) foram de 251,5; 170,2; 195 e 183,8 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(Figura 3A), respectivamente. Na época 2, as doses que maximizaram a PDT foram para

Brasília (50,66 t ha<sup>-1</sup>), Nativa (55,42 t ha<sup>-1</sup>), Planalto (52,93 t ha<sup>-1</sup>) e Suprema (54,90 t ha<sup>-1</sup>), respectivamente, de 190,4; 209,6; 201,6 e 212,4 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 3B).

As máximas PT foram superiores em 285, 122, 146 e 188% às PT obtidas sem aplicação de fósforo, respectivamente para as cultivares Brasília, Nativa, Planalto e Suprema na época 1. Nesta mesma ordem de cultivares, os incrementos na época 2 foram de 214, 186, 260 e 344%. Como a produtividade está relacionada à classificação da cenoura, é possível afirmar que houve maior contribuição das cenouras médias e longas na época 2.



**Figura 3** - Produtividade total de cenoura de cultivares de cenoura, em função de doses de fósforo, nos cultivos de julho a novembro de 2016 (A) e de junho a outubro de 2017 (B). Mossoró-RN, 2017.

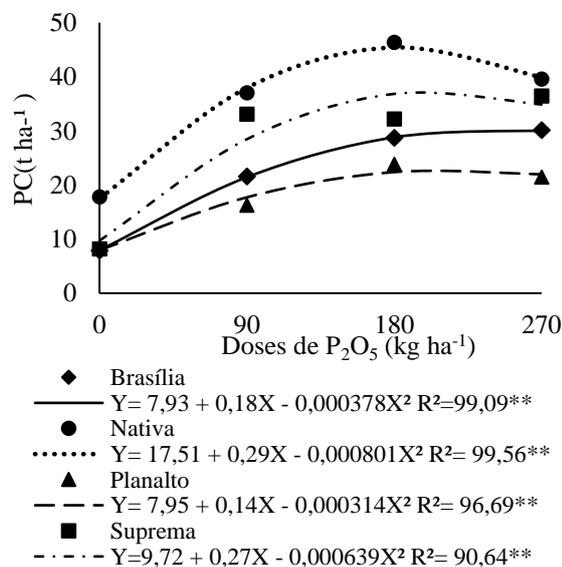
Com exceção da cultivar Nativa na época 1, as doses que maximizaram a PDT ficaram acima da recomendada para a cultura da cenoura, segundo Cavalcanti (2008), para solos com teor de P baixo (< 11 mg dm<sup>-3</sup>), utilizada como referência no presente estudo.

Mesquita Filho et al. (2002), estudando a produção de cenoura em decorrência da ação residual do fósforo e composto de lixo em solo sob cerrado, obtiveram a produção total estimada em 26,5 t ha<sup>-1</sup> com 762,5 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, valores abaixo dos encontrados neste trabalho. Esta diferença pode se dever à classe do solo pesquisada, pois as características físicas e mineralógicas são distintas.

Cardoso et al. (2014), objetivando avaliar o crescimento e teor de nutriente em cenoura híbrida, observaram produtividade total de 104 t ha<sup>-1</sup>, valor superior ao encontrado nesta

pesquisa para o híbrido nativa. O potencial dos híbridos com relação às cultivares é evidenciado claramente quando estão sob condições ideais de cultivo.

As médias de produtividade comercial (PC) ajustaram-se significativamente aos modelos quadráticos, em todas as cultivares de cenoura. As doses que maximizaram a PC foram, respectivamente, para as cultivares Brasília (30,3 t ha<sup>-1</sup>), Nativa (45,5 t ha<sup>-1</sup>), Planalto (23,7 t ha<sup>-1</sup>) e Suprema (37,3 t ha<sup>-1</sup>) de 243,5; 186,8; 217,6 e 208 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 4). Essas doses proporcionaram incrementos na PC de 282, 160, 198 e 284% em comparação às obtidas sem aplicação de P, respectivamente na mesma ordem das cultivares citadas anteriormente.



**Figura 4** - Produtividade comercial de cultivares de cenoura em função de doses de fósforo. Mossoró-RN, 2017.

Nas condições do semiárido, Lopes et al. (2008) obtiveram a maior produtividade comercial 35,15 t ha<sup>-1</sup> para cultivar Brasília; Negreiros et al. (2002) alcançaram 29 t ha<sup>-1</sup> para a mesma cultivar, resultados próximos ao encontrado neste trabalho (30,3 t ha<sup>-1</sup>). Apesar da grande incidência de raízes não comerciais assim como a floração precoce de algumas plantas, a cultivar Brasília é a mais plantada pelo produtor em virtude do menor preço da semente em comparação aos híbridos.

Avaliando desempenho de cultivares de cenoura no verão e outono-inverno em Uberlândia- MG, Luz et al. (2009) produziram no verão (9,82 t ha<sup>-1</sup>) e no inverno (28,9 t ha<sup>-1</sup>) para cultivar Brasília. Comportamento diferente dos encontrados para Brasília, Suprema e Nativa.

Chaves et al. (2015) também encontraram comportamento quadrático, ao determinar a dose de fósforo adequada ao cultivo de cenoura na microrregião de Chapadinha-MA,

alcançando a produção comercial estimada de 25,24 t ha<sup>-1</sup> mediante aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, o que enfatiza a importância da adubação fosfatada no aumento da produtividade, porém os valores encontrados pelos autores estão abaixo dos encontrados nesta pesquisa para Brasília, Nativa e Suprema.

A cultivar Nativa foi superior na PC às demais cultivares, sob ausência de adubação fosfatada (0 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), além de não diferir significativamente da Suprema nas doses de 90 e 270 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; para a dose 180 kg ha<sup>-1</sup>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, a Nativa não diferiu da Brasília. Em relação às épocas, a cultivar Nativa destacou-se, mas não diferiu significativamente da Planalto (época 1) e da Suprema (época 2) (Tabela 4).

**Tabela 4** - Valores médios de produtividade comercial (PC) de cultivares de cenoura em função das doses de fósforo e épocas de cultivos. Mossoró-RN, 2017.

Cultivar	Dose (kg ha <sup>-1</sup> )				Época	
	0	90	180	270	1	2
Brasília	7,90 b	21,56 b	28,70 ab	30,12 b	16,32 Bc	27,82 Ab
Nativa	17,83 a	37,02 a	46,37 a	39,60 a	35,97 Aa	34,44 Aa
Planalto	8,44 b	16,28 b	23,83 b	21,49 c	16,08 Ac	18,94 Ac
Suprema	8,19 b	33,08 a	32,23 b	36,43 ab	25,18 Bb	29,78 Aab

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

A maior produtividade comercial alcançada na época 2 pode estar relacionada às condições climáticas, pois correspondeu à época mais fria, quando aos 50 DAS (fase de crescimento secundário) foram registradas temperaturas de 26°C, elevando-se lentamente para 28°C até o final do ciclo. Com relação à época 1, foram verificadas temperaturas de 27,5°C (aos 50 DAS), alcançando 28,5 °C até a colheita.

As condições de temperaturas ideais para cenouras do grupo de verão estão na faixa de 18 a 25°C; acima de 30°C, a produção é afetada pela redução no ciclo vegetativo, assim como o provável florescimento precoce sob temperaturas baixas combinadas com dias longos (EMBRAPA, 2008).

Outra possibilidade seria a quantidade de fósforo encontrada no solo antes do plantio, sendo 1,4 mg/dm<sup>3</sup> e 6,3 mg/dm<sup>3</sup> para a época 1 e 2, respectivamente. Esta vantagem nutricional fosfatada pode ter um efeito acumulativo se refletindo na produção.

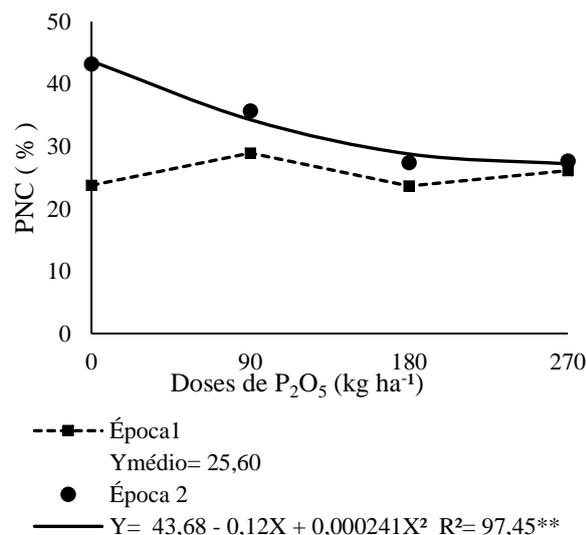
Observa-se que a maior produção de raízes não comerciais (Tabela 5) para a cultivar Brasília foi na época 1 e para Nativa, Planalto e Suprema a época 2 destacou-se como superior. Com relação às doses, somente na ausência de adubação fosfatada houve diferença entre épocas, ressaltando a época 1 como inferior.

**Tabela 5** - Valores médios de produtividade não comercial (PNC) de cultivares de cenoura em função das doses de fósforo e épocas de cultivos. Mossoró-RN, 2017.

Cultivar	PNC(%)		Dose (kg ha <sup>-1</sup> )	PNC (%)	
	Época			Época	
	1	2		1	2
Brasília	41,00Aa	28,65Bb	0	23,76B	43,21A
Nativa	5,96Bb	21,01Ab	90	28,93A	35,68A
Planalto	39,12Ba	54,95Aa	180	23,65A	27,38A
Suprema	16,34Bb	29,31Ab	270	26,10A	27,65A

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

Para produtividade de raízes não comerciais para época 1, não houve ajuste em nenhum modelo matemático (Figura 5). A época 2 ajustou-se ao modelo de regressão quadrático, com máximo estimado de 43% sob ausência de fósforo seguido da queda na produção com o aumento da dose.



**Figura 5**- Produtividade de raízes não comerciais de cenoura, em função das doses de fósforo e épocas de cultivos. Mossoró-RN, 2017.

Observa-se na figura 5 que na medida da crescente aplicação de fósforo no solo ocorreu a diminuição na produção de raízes não comerciais. De acordo com Lynch e Brown (2001), ao sofrer estresse pelo fósforo a planta desenvolve mecanismos que auxiliarão no suprimento nutricional, como a formação excessiva de raízes laterais, finas e longas, além da deformidade; em contrapartida, depreciando o produto para comercialização.

Segundo Nunes et al. (2014), os incrementos na produção de raízes submetidas à adubação fosfatada podem atingir de 78 a 84%, correlacionando com a ausência do nutriente,

sugerindo que o fósforo participa dos processos metabólicos e translocação de fotoassimilados, importante para o crescimento radicular.

A influência do nutriente na produção é evidenciada por Sousa et al. (2017), os quais, estudando efeito das doses de fósforo na produção do rabanete, observaram que sob ausência do fertilizante houve redução no comprimento das raízes, área foliar e presença de sintomas característicos de deficiência nutricional, como baixo desenvolvimento vegetativo seguido da coloração arroxeadada em folhas e caules, resultados semelhantes ao encontrado no presente estudo para a cultura da cenoura.

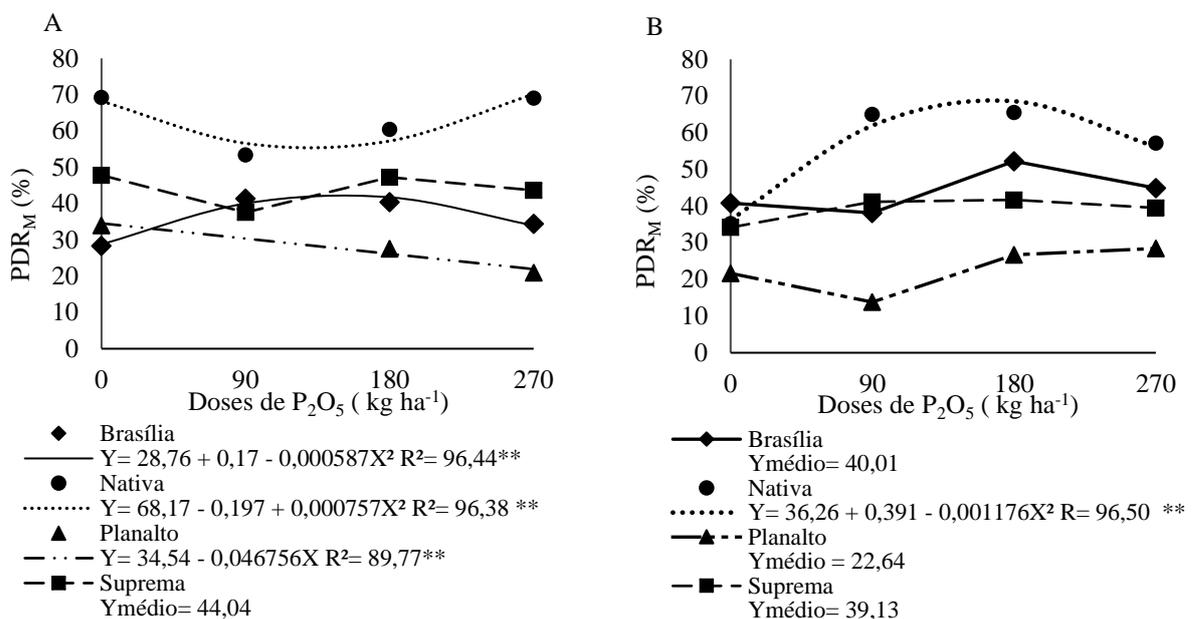
Para produção de raízes médias, a Nativa foi superior às demais cultivares, em todas as doses de P aplicadas nas épocas 1 e 2, com exceção do tratamento sem aplicação de fósforo para época 2, onde as cultivares Brasília, Planalto e Suprema foram iguais e superiores (Tabela 6).

**Tabela 6-** Produtividade de raízes médias ( $PDR_M$ ) e produtividade de raízes longas ( $PDR_L$ ) em função de doses de fósforo, no cultivo de julho a novembro de 2016 e de junho a outubro de 2017. Mossoró-RN, 2017.

Dose ( $\text{kg ha}^{-1} \text{P}_2\text{O}_5$ )	Época	$PDR_M$ (%)			
		Brasília	Nativa	Planalto	Suprema
0	1	28,32 Ac	69,23 Aa	33,92Aab	47,79Ab
	2	40,84Aa	35,23Ba	21,63Aa	34,17 Aa
90	1	41,31Aab	53,38Aa	30,59Ab	37,53Aab
	2	38,12Ab	65,02 Aa	13,81Bc	41,17Ab
180	1	40,39Abc	60,41 Aa	27,50Ac	47,27 Aba
	2	52,22 Aba	65,48 Aa	26,73 Ac	41,68Abc
270	1	34,38Abc	69,07 Aa	20,92Ac	43,59Ab
	2	44,86Aba	57,17 Aa	28,43Ab	39,51 Aba
Dose ( $\text{kg ha}^{-1} \text{P}_2\text{O}_5$ )	Época	$PDR_L$ (%)			
		Brasília	Nativa	Planalto	Suprema
0	1	2,68Ab	2,72Ab	29,23 Aa	18,21Aab
	2	4,53Ab	1,25 Ab	16,81 Aa	0,86 Bb
90	1	8,15Ab	37,05 Aa	26,18Aab	35,10 Aa
	2	17,71Aab	4,14 Bb	11,19 Bb	32,58Aa
180	1	25,18 Aa	30,67 Aa	23,92 Aa	38,42 Aa
	2	11,86Aab	9,38 Bb	29,19 Aa	23,62 Bab
270	1	15,69 Bb	20,81Ab	28,15Aab	42,54 Aa
	2	32,47 Aa	12,32 Ab	17,67Aab	31,68 Aa

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

A produtividade de raízes médias ( $PDR_M$ ) na época 1 ajustou-se a modelo de regressão quadrático para as cultivares Brasília e Nativa, com máximos estimados de 41 e 70,13 % nas doses 144 e 0  $\text{kg ha}^{-1}$   $\text{P}_2\text{O}_5$ , respectivamente. A Suprema não se ajustou a nenhum modelo matemático, e a  $PDR_M$  média foi de 44,04 %. Planalto ajustou-se ao modelo linear decrescente com o máximo estimado em 34,54% em 0  $\text{kg ha}^{-1}$   $\text{P}_2\text{O}_5$  (Figura 6A). Na época 2, o ajuste foi quadrático para Nativa com máximo estimado em 68% na dose 166  $\text{kg ha}^{-1}$   $\text{P}_2\text{O}_5$ , e não houve ajustes aos modelos matemáticos para Brasília, Planalto e Suprema com a  $PDR_M$  média de 40,01%, 22,64% e 39,13%, respectivamente (Figura 6B).



**Figura 6** - Produtividade de raízes médias de cultivares de cenoura, em função de doses de fósforo, nos cultivos de julho a novembro de 2016 (A) e de junho a outubro de 2017 (B). Mossoró-RN, 2017.

Apesar das cultivares Brasília e Planalto possuírem potencial para crescimento longitudinal (VIEIRA et al., 2012), nas condições deste experimento a produção de raízes não comerciais para estas foi expressiva, prejudicando as demais produtividades classificadas (curtas, médias e longas).

As produtividades encontradas no presente trabalho estão próximas as obtidas por Bezerra Neto et al. (2003) que registraram grandes quantidades de raízes médias e longas (67 e 83%), respectivamente, tal como Porto et al. (2011) encontraram 49% de raízes médias, ambos os autores trabalhando com adubação verde nas condições do Semi-árido.

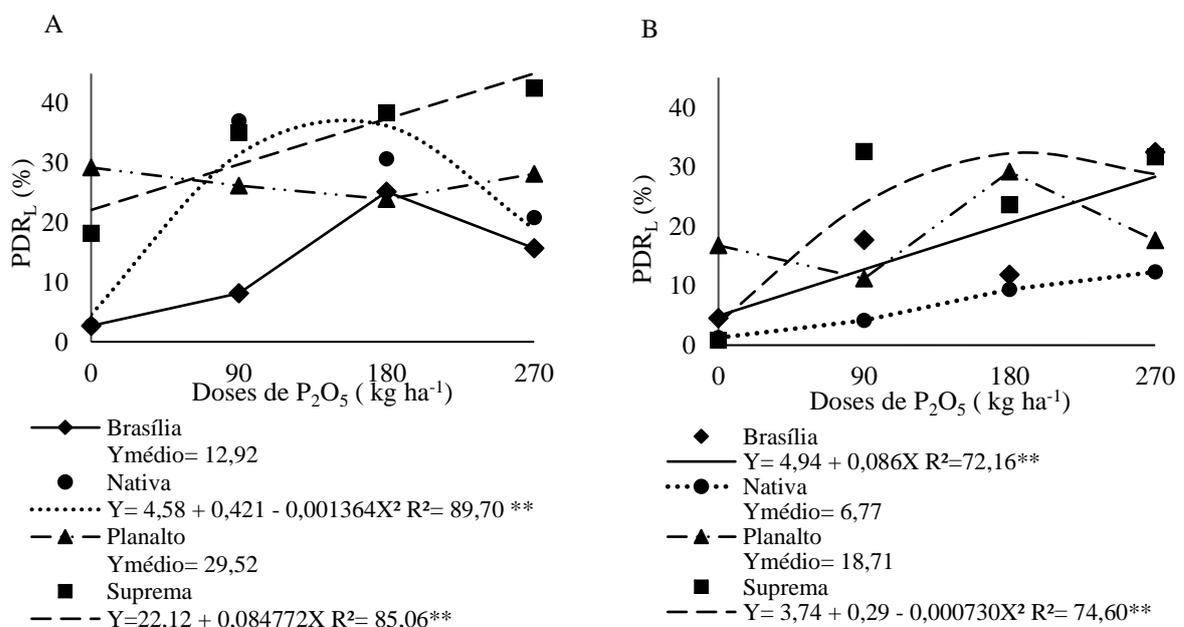
O modelo matemático encontrado para produtividade de raízes médias diverge dos encontrados por Araújo et al. (2000), que, estudando doses de fósforo na qualidade e produtividade da cenoura, constataram aumento linear na produtividade de acordo com a

crecente dosagem aplicada. A redução da produtividade após o ponto máximo pode ser explicado pela deprimência de  $\text{CO}_2$  assim como na síntese de amido, em ambientes sob excesso de fósforo no solo (MARSCHNER, 1995).

Na época 1, para produtividade de raízes longas as cultivares Planalto e Suprema foram superiores nas doses 0 e  $270 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ . A nativa e Suprema foram iguais na dose  $90 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ . Na época 2, a cultivar Suprema atingiu superioridade nas doses  $90$  e  $270 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ , embora não se tenha diferenciado da Brasília nesta última dose. Na ausência de fósforo e em  $180 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ , a cultivar Planalto foi superior (Tabela 6).

As médias das produtividades de raízes longas ( $\text{PDR}_L$ ) em função das doses de fósforo, na época 1 (Figura 7A), não se ajustaram a nenhum modelo matemático, para as cultivares Brasília e Planalto. As médias de  $\text{PDR}_L$ , para essas cultivares foram de 12,92 e 29,52%, respectivamente. A Nativa ajustou-se ao modelo quadrático com máxima  $\text{PDR}_L$  estimada (37%) obtida na dose de  $154 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ . Suprema ajustou-se ao modelo linear com máxima  $\text{PDR}_L$  estimada (45%) obtida na dose de  $270 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ .

Na época 2, o aumento da  $\text{PDR}_L$  mediante as doses de P aplicadas foi linear na cultivar Brasília, com máximos estimados em 28% na dose  $270 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ . Para Suprema, o comportamento foi quadrático com o máximo estimado em 32% nas doses  $198 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ . Não houve ajustes ao modelo matemático para as cultivares Nativa e Planalto, dadas as médias de  $\text{PDR}_L$  6,77 e 18,71%, respectivamente (Figura 7B).



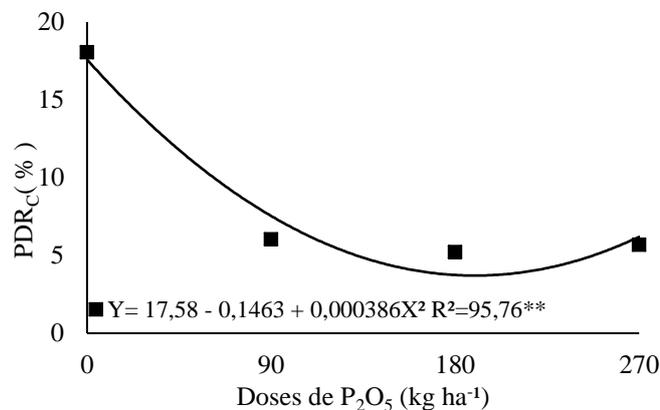
**Figura 7** - Produtividade de raízes longas de cultivares de cenoura, em função de doses de fósforo, nos cultivos de julho a novembro de 2016 (A) e de junho a outubro de 2017 (B). Mossoró-RN, 2017.

De modo geral, observamos que a Suprema exibiu forma linear (Época 1) e quadrática (Época 2), sendo responsável pela maior contribuição na PDR<sub>L</sub> em ambas as épocas. A produtividade da cenoura encontrada está coerente com os resultados obtidos por Lopes et al. (2008), que, mesmo trabalhando com outra cultivar (Esplanada), obtiveram 30% de cenouras da classe longa.

Registros de diversos autores informam o papel do fósforo no crescimento radicular associado a maiores produtividades, estando correlacionado com a concentração de fósforo no solo e forma de absorção (via difusão), que obriga constantemente o crescimento das raízes, explorando mais o solo na busca de nutriente e água (TIFFNEY; NIKLAS, 1985; ROSOLEM, 1995; CRUSCIOL et al., 2005). Em raízes tuberosas, o fósforo é o nutriente que auxilia no desenvolvimento da raiz otimizando os processos bioquímicos e estimulando o rápido crescimento radicular (Tubérculos), principal fonte de reserva nutritiva (QUEIROZ LUZ et al., 2013).

A produção de raízes curtas obteve comportamento quadrático, de forma inicialmente elevada com máximo estimado em 17,60 % na ausência de fósforo e posteriormente decrescendo na medida do aumento de P no solo, (Figura 8). O início do ciclo da cultura é o período de maior demanda pelo fósforo, pois ele utiliza a reserva contida no solo para desenvolver seus processos e, sob restrição, limita o crescimento com reversibilidade quase nula, mesmo adicionando fósforo no solo (GRANT et al., 2001).

Ao adicionar crescentes doses fosfatadas houveram aumento nas produtividades de raízes médias e longas constatadas em modelos lineares e quadráticos para as cultivares, ocorrendo o inverso para as raízes curtas.



**Figura 8** – Produção de raízes curtas de cenoura em função das doses de fósforo. Mossoró-RN, 2017.

## 4.2 Altura e matéria seca de planta

A interação dos fatores cultivares, doses de P e épocas foi significativa para matéria seca de folha, raiz e de planta. Para altura, houve efeito significativo com relação às cultivares e doses (Tabela 7).

**Tabela 7** - Resumo dos valores de F da análise de variância para altura de planta (ALT), matéria seca de folha (MSF), raízes (MSR) e planta (MSP) de cultivares de cenoura. Mossoró-RN, 2017.

FV	GL	ALT	MSF	MSR	MSP
Bloco (Época)	6	2,11 <sup>ns</sup>	0,912 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>
Época (E)	1	1,01 <sup>ns</sup>	67,58 <sup>**</sup>	2,37 <sup>ns</sup>	29,83 <sup>**</sup>
Cultivar (C)	3	8,49 <sup>**</sup>	32,65 <sup>**</sup>	11,70 <sup>**</sup>	0,67 <sup>ns</sup>
Dose (D)	3	177,42 <sup>**</sup>	230,78 <sup>**</sup>	265,43 <sup>**</sup>	393,64 <sup>**</sup>
E*C	3	0,13 <sup>ns</sup>	9,44 <sup>**</sup>	1,84 <sup>ns</sup>	6,27 <sup>**</sup>
E*D	3	1,27 <sup>ns</sup>	5,17 <sup>**</sup>	4,96 <sup>**</sup>	6,05 <sup>**</sup>
C*D	9	1,18 <sup>ns</sup>	10,95 <sup>**</sup>	2,03 <sup>**</sup>	4,70 <sup>**</sup>
E*C*D	9	0,79 <sup>ns</sup>	7,28 <sup>**</sup>	4,23 <sup>**</sup>	4,62 <sup>**</sup>
CV (%)		10,2	15,5	15,0	12,1

\*\* significativo ao nível de 5% de probabilidade e "ns" não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

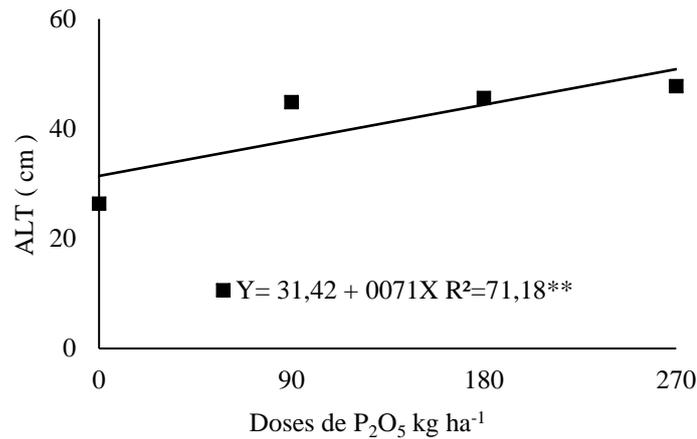
As cultivares Brasília, Nativa e Planalto obtiveram altura superior à Suprema (Tabela 8). Resultados esperados para cultivares do grupo de verão, onde os genótipos oriundos da cultivar Brasília têm como características as folhagens vigorosas, assim como tolerância a elevadas temperaturas e pluviosidade (PEREIRA et al., 2007).

**Tabela 8** - Valores médios de altura (ALT) em cultivares de cenoura sob adubação fosfatada. Mossoró-RN, 2017.

Cultivar	ALT (cm)
Brasília	41,16 a
Nativa	41,72 a
Planalto	43,52 a
Suprema	38,16 b

\*médias seguidas as mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente.

Para altura de plantas (Figura 9), ocorreu aumento linear com máximo estimado em 50,86 cm na dose 270 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Comportamento semelhante foi visto por Chaves et al. (2015) ao estudarem a dose de fósforo mais adequada ao cultivo de cenoura na microrregião de Chapadinha - MA, onde o máximo estimado foi 47,68 cm em 300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Assim como Mesquita Filho; Souza e Moita (1997), que registraram o mesmo comportamento na altura de plantas de cenoura sob diferentes doses de fósforo (0, 400 e 800 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).



**Figura 9** - Altura da parte aérea de cenoura em função das doses de fósforo. Mossoró-RN, 2017.

A folhagem está ligada diretamente ao desenvolvimento radicular, devido à alta superfície fotossintética e, conseqüentemente, produção de fotoassimilados que serão redistribuídos para os órgãos vegetais requerentes (RESENDE; BRAGA, 2014). O fósforo é componente na formação de proteínas presentes nos processos metabólicos, as quais, aliadas às enzimas, desenvolvem funções estruturais capazes de aumentar o crescimento vegetativo (RAIJ, 1991).

Para matéria seca da folha, na época 1, a cultivar Brasília foi superior nas doses de 90 e 270 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, não diferindo significativamente da Planalto (na dose de 90 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) nem da Suprema e Planalto (na dose de 270 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). A Planalto foi superior às demais na dose de 180 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. (Tabela 9).

Na época 2, a Brasília, Planalto e Suprema atingiram MSF superior à Nativa, na dose de 90 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ao passo que a Planalto foi superior nas doses de 180 e 270 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Na ausência do P, as cultivares não se diferenciaram significativamente (Tabela 9).

**Tabela 9-** Valores médios matéria seca da folha (MSF), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca da planta (MSP), de cultivares de cenoura em função das doses de fósforo e épocas de plantio. Mossoró, RN, 2017.

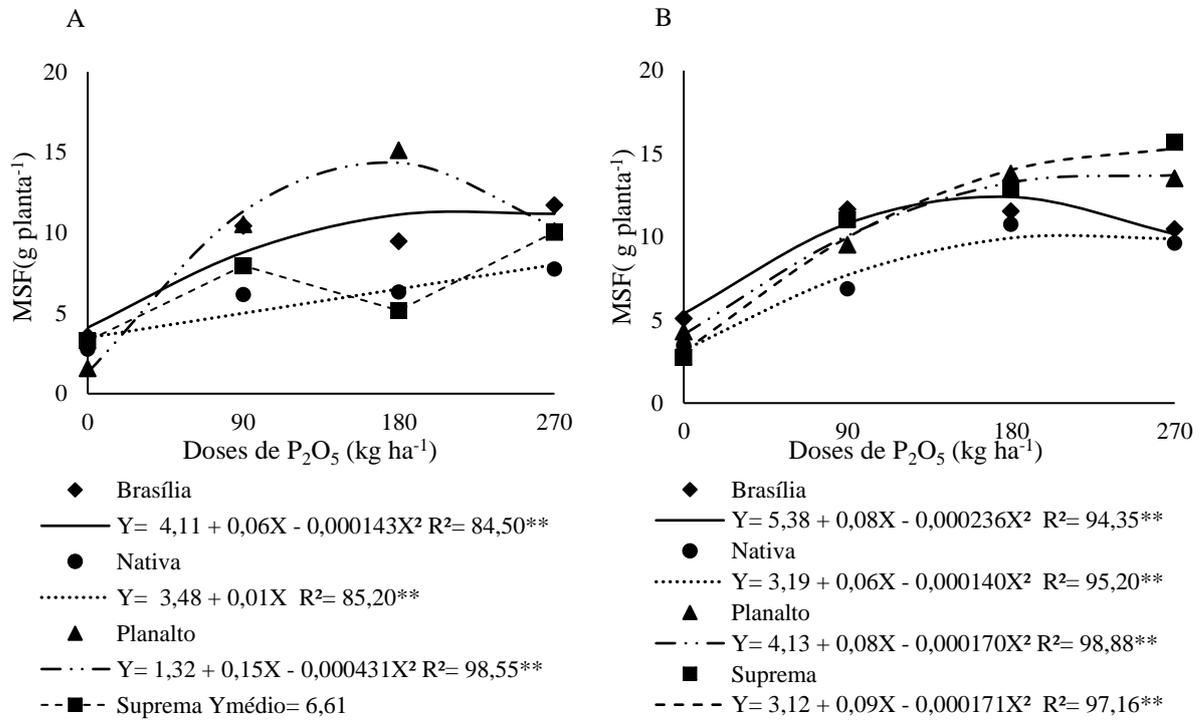
Dose (kg ha <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Época	MSF (g planta <sup>-1</sup> )			
		Brasília	Nativa	Planalto	Suprema
0	1	3,57 Aa	2,78 Aa	1,59 Ba	3,28 Aa
	2	5,10 Aa	3,48 Aa	4,31 Aa	2,76 Aa
90	1	10,43 Aa	6,17 Ab	10,54 Aa	7,96 Bb
	2	11,66 Aa	6,87 Ab	9,53 Aa	11,05 Aa
180	1	9,49 Bb	6,33 Bc	15,16 Aa	5,18 Bc
	2	11,54 Aab	10,76 Ab	13,82 Aa	12,93 Aab
270	1	11,73 Aa	7,77 Ab	10,12 Bab	10,04 Bab
	2	10,46 Ab	9,62 Ab	13,53 Aa	15,69 Aa
Dose (kg ha <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Época	MSR (g planta <sup>-1</sup> )			
		Brasília	Nativa	Planalto	Suprema
0	1	3,38 Aab	6,72 Aa	3,18 Ab	5,36 Aab
	2	4,64 Aa	5,46 Aa	2,80 Aa	5,33 Aa
90	1	12,62 Ab	16,63 Aa	9,57 Ab	11,54 Bb
	2	12,42 Aa	13,00 Ba	11,87 Aa	15,11 Aa
180	1	16,73 Aa	15,37 Bab	12,93 Ab	12,60 Bb
	2	15,03 Ab	19,89 Aa	15,47 Ab	17,17 Aab
270	1	15,90 Aa	14,78 Aa	17,10 Aa	17,53 Aa
	2	14,06 Aa	17,09 Aa	15,04 Aa	15,54 Aa
Dose (kg ha <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Época	MSP (g planta <sup>-1</sup> )			
		Brasília	Nativa	Planalto	Suprema
0	1	6,94 Aab	9,49 Aa	4,77 Ab	8,64 Aab
	2	9,74 Aa	8,93 Aa	7,11 Aa	8,09 Aa
90	1	23,05 Aa	22,80 Aa	20,11 Aa	19,50 Ba
	2	24,09 Aba	19,88 Ab	21,40 Ab	26,16 Aa
180	1	26,22 Aab	21,70 Bbc	28,07 Aa	17,79 Bc
	2	26,57 Aa	30,65 Aa	29,29 Aa	30,10 Aa
270	1	27,63 Aa	22,55 Bb	27,22 Aa	27,58 Ba
	2	24,52 Ab	26,71 Aba	28,57 Aba	31,24 Aa

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

As médias da matéria seca de folha (MSF), na época 1, ajustaram-se a modelo quadrático de regressão para as cultivares Brasília e Planalto, com máximos estimados de 11,44 e 14,36 g planta<sup>-1</sup> nas doses 226,8 e 173,9 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente. Para a Nativa, o máximo estimado foi de 8,02 g planta<sup>-1</sup> na dose 270 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Não foi possível ajuste de nenhum modelo para Suprema, com média de MSF de 6,61 g planta<sup>-1</sup> (Figura 11 A).

Na época 2, as médias de MSF ajustaram-se ao modelo quadrático para todas as cultivares, com máximos estimados de 12,41; 10,19; 13,87 e 15,32 g planta<sup>-1</sup> nas doses 172,6;

223,6; 239,4 e 267,4 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente, para Brasília, Nativa, Planalto e Suprema (Figura 11 B).



**Figura 10**– Matéria seca da folha de cultivares de cenoura, em função de doses de fósforo, nos cultivos de julho a novembro de 2016 (A) e de junho a outubro de 2017 (B). Mossoró-RN, 2017.

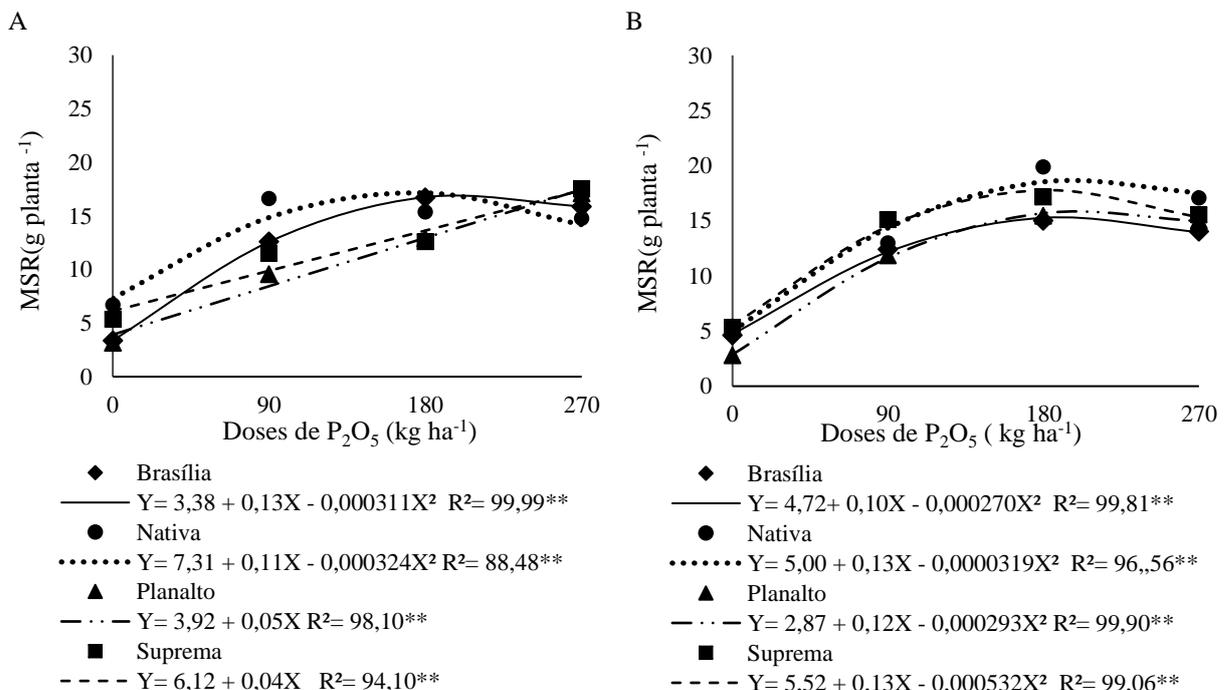
Os valores estão próximos ao encontrado por Quadros et al.(2015), estudando o efeito residual de adições sucessivas de resíduos de curtume e carboníferos sobre as plantas de cenoura, que obtiveram o máximo de 15,6 g planta<sup>-1</sup>, assim como Souza et al. (2003), que, avaliando o acúmulo de macronutrientes na produção de matéria seca em cenouras do Grupo Brasília, observaram ganho de 15,5g para matéria seca da folha.

Em contrapartida, Avelar et al. (1973), analisando a absorção de nutrientes na cenoura, verificaram ganho na matéria seca da parte aérea de 4,13g em cenouras colhidas aos 80 DAS. Tal diferença pode ser atrelada às condições de cultivo, período de colheita e cultivar.

O ganho na massa da parte aérea deve-se ao suprimento adequado na adubação, com os máximos em torno das doses 180 a 270 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. A adequada adubação fosfatada contribui para os diversos processos fisiológicos, respiração e transcrição, proporcionando plantas saudias e contribuindo para aumento na área foliar e, conseqüentemente, rendimento de biomassa (VIEIRA et al., 1983).

A matéria seca de raiz, na época 1, nas cultivares Brasília e Nativa aumentou com a aplicação de fósforo até as doses estimadas de 209,6 (17,02 g planta<sup>-1</sup>) e 174,3 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (17,15 g planta<sup>-1</sup>). Na Planalto e Suprema, o aumento foi linear, com o máximos estimados de 17,45 e 17,39 g planta<sup>-1</sup> na dose 270 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 12 A). Na época 2, a MSR ajustou-se a modelo quadrático de regressão, com máximos estimados de 15,35; 18,77; 15,97; e 17,79 g planta<sup>-1</sup> nas doses 198,4; 207,7; 211,4 e 186,6 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente, para Brasília, Nativa, Planalto e Suprema (Figura 12 B).

Entre as cultivares, na época 1, a MSR da Nativa foi maior na dose de 90 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e não diferiu significativamente da Brasília na dose de 180kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Na época 2, apenas houve diferença significativa na dose de 180kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em que a Nativa e Suprema foram superiores às demais (Tabela 9).



**Figura 11** - Matéria seca da raiz de cultivares de cenoura, em função de doses de fósforo, nos cultivos de julho a novembro de 2016 (A) e de junho a outubro de 2017 (B). Mossoró-RN, 2017.

Corroborando com Peixoto (2011), que encontrou 17,81 g de matéria seca na raiz, avaliando o crescimento e marcha de acúmulo de macronutrientes em cenoura Forto. E para Moniruzzaman et al. (2013), que, trabalhando com a cultivar New Caroda, obtiveram matéria seca da raiz igual a 15,9 g.

Estudando efeito do espaçamento e do tempo de semeadura no crescimento e rendimento de cenoura, Kabir et al. (2013) obtiveram ganho entre 21,08 g na matéria seca da raiz, colhida aos 100 DAS, valor superior ao do presente trabalho.

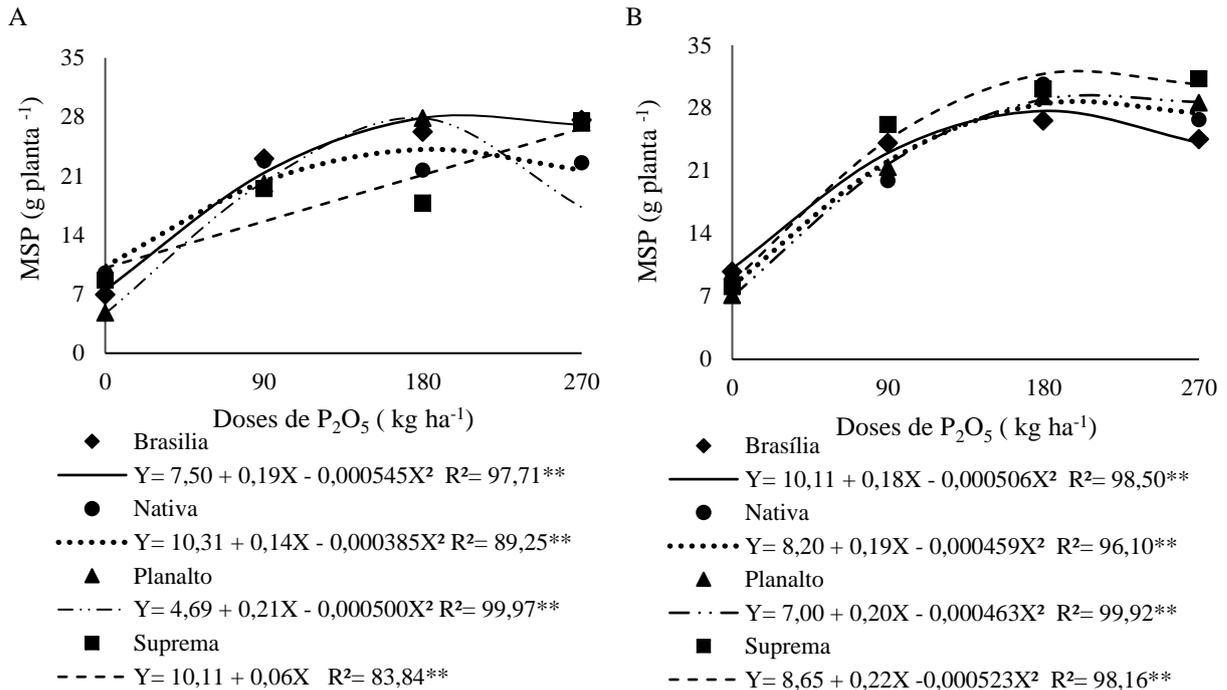
Estudando o rendimento de cenoura e eficiência de recuperação de nitrogênio, fósforo e potássio, Assunção et al. (2016) relatam que a produção de matéria seca da raiz foi proporcional ao aumento na adubação fosfatada, diferentemente do presente estudo, onde ocorreu comportamento quadrático.

O fósforo tem diversas funções, incluindo seu efeito na divisão celular, em especial o fósforo inorgânico, influenciando na multiplicação das células, assim como o alongamento, que posteriormente resultarão no crescimento radicular, favorecendo o produto para comercialização (SILVA et al., 2009).

Sob elevadas concentrações, reduzem a fotossíntese em razão da alta exportação da triose-P da mitocôndria para o citossol, interferindo na regeneração da RuBP, fixação de CO<sub>2</sub> no processo fotossintético e metabólitos de triosefosfato, fontes de substratos e ativadores da síntese de amido (MARSCHNER, 2002).

Na ausência da adubação fosfatada, verificou-se redução na matéria seca da raiz, em virtude da relação direta com o aumento na partição de carboidratos para as raízes, em especial pelo teor de sacarose, que provoca redução da matéria seca da raiz (MARSCHNER, 1993). Além da formação de raízes mais finas e longas, sendo o meio utilizado pelas plantas para explorar mais o nutriente no solo, entretanto com menor matéria radicular (Shenk e Barber, 1977).

A matéria seca de planta (MSP) das cultivares Brasília, Nativa, Planalto e Suprema, na época 1, aumentou com a aplicação de P, atingindo máximos estimados, respectivamente, de 28,44; 24,19; 28,53 e 26,63 g planta<sup>-1</sup>, nas doses de 214,9; 189,9; 220,2 e 270 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 13 A). Na época 2, todas as cultivares obtiveram ajuste no modelo quadrático com os máximos estimados de 27,69; 28,95; 29,76 e 32,36 g planta<sup>-1</sup> nas doses 186,4; 212,5; 221,7 e 212,9 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para Brasília, Nativa, Planalto e Suprema, respectivamente (Figura 13 B). Entre as cultivares, na época 1, Planalto e Brasília foram superiores às demais na dose de 180 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e não se diferenciou significativamente na dose de 270 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da Planalto e Suprema (Tabela 9).



**Figura 12** - Matéria seca da planta de cultivares de cenoura, em função de doses de fósforo, nos cultivos de julho a novembro de 2016 (A) e de junho a outubro de 2017 (B). Mossoró-RN, 2017.

Nas duas épocas de cultivo, os valores de matéria seca de planta ficaram próximos, porém a contribuição da raiz para matéria seca da planta foi maior do que as folhas. Da germinação até os 60DAS, a cenoura investe em crescimento vegetativo. Desse período até a colheita, o desenvolvimento radicular é expressivo (FILGUEIRA, 1982).

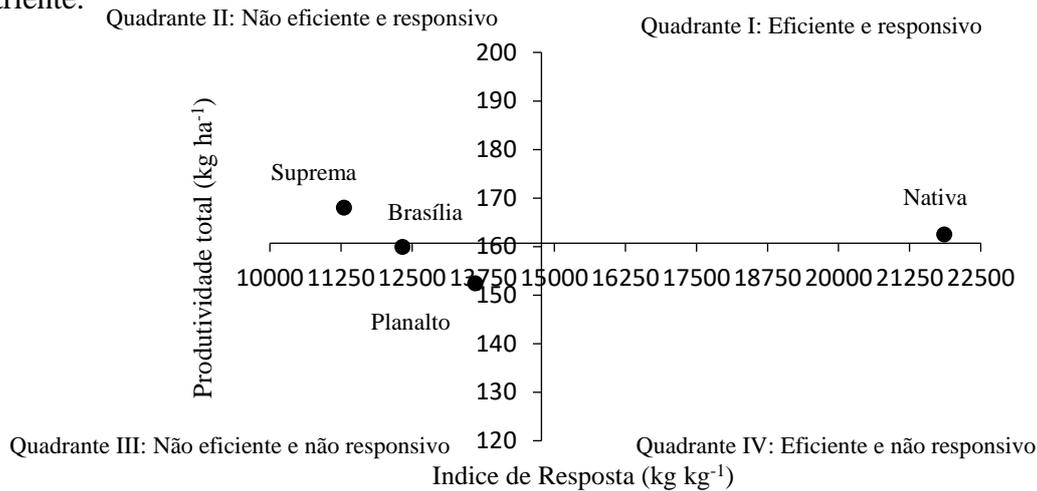
Teófilo et al. (2009) afirmam que a planta inicialmente produz fotoassimilados destinados à formação de estruturas da parte aérea visando a aumentar a área foliar até certo período, uma vez que a tendência é redistribuição dos fotoassimilados da fonte (parte aérea) para as estruturas das reservas (drenos), que no caso é a raiz.

Cecílio Filho e Peixoto (2013), estudando acúmulo de macronutrientes em cenouras, observaram ganho de 17,81 g de matéria seca da raiz e matéria seca da folha da 5,45 g, ao final do ciclo. Valores próximos ao encontrado neste trabalho, para matéria seca da raiz e abaixo para matéria seca da folha.

Oliveira et al. (2006), avaliando acúmulo e exportação de nutrientes na cenoura, aplicando somente 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, obtiveram matéria seca total de 13,7 g distribuídas entre raiz (52%) e parte aérea (48%), divergindo com este trabalho, pois foram utilizadas dosagens acima das recomendadas por Cavalcanti (2008).

### 4.3 Classificação das cultivares quanto à resposta e eficiência à adubação fosfatada

Na classificação das cultivares quanto à eficiência e resposta à adubação fosfatada, segundo a metodologia proposta por Fageria e Kluthcouski (1980), a cultivar Nativa foi classificada como eficiente e responsiva quanto ao uso de fósforo, indicando que produz bem em ambiente de estresse de P (tratamento sem adição de P) e responde à adubação com esse nutriente.



**Figura 13** - Eficiência no uso e resposta à aplicação do fósforo na produtividade de cultivares de cenoura, pela metodologia de Fageria e Kluthcouski (1980).

A Nativa obteve maior média de PT nesse ambiente (21.860 kg ha<sup>-1</sup>), e também alto índice de resposta (162,6) (Figura 13). A eficiência da cultivar é quanto a absorção e utilização de P na produção de raízes, sendo que a absorção, translocação, assimilação e redistribuição de P são mais eficazes (ROTILI et al., 2010).

A Suprema foi classificada como não eficiente, mas responsiva, indicando que a mesma produz pouco sob condições de baixo nível de fósforo no solo, mas responde bem à adubação com esse nutriente (Figura 13). A adubação fosfatada nesta cultivar promoveu um significativo incremento na produtividade de raízes. A Suprema obteve menor PT no ambiente com baixo fósforo (tratamento sem aplicação), entretanto a PT aumentou 330% quando comparado o ambiente com aplicação de 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, além de obter maior índice de resposta, aproximadamente 168, ou seja, obteve acréscimo de 168 kg de raízes de cenoura para cada quilograma de P aplicado.

As cultivares Brasília e Planalto foram classificadas como não eficientes e não responsivas, pois produziram abaixo da média do ambiente de baixo nível de P, e também têm índices de respostas inferiores à média dos cultivares, podendo ser visualizados no terceiro quadrante (Figura 13).

## 5 CONCLUSÃO

- De modo geral, o uso de fósforo proporcionou aumento na altura de plantas e matéria seca de folhas, raízes e total, bem como na produção de raízes médias e longas para todas as cultivares.

- As doses que maximizaram as produtividades comerciais foram de 186,8; 208,0; 217,6 e 243,5 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para as cultivares Nativa, Suprema, Planalto e Brasília, respectivamente.

- A cultivar nativa foi a mais eficiente e responsiva, ao passo que Brasília e Planalto foram não eficientes e não responsivas quanto ao uso e aplicação de fósforo.

## REFERÊNCIAS

- ABCSEM - Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudanças. 2009. 10 de outubro. Pesquisa de mercado 2009.
- ALVES, S. S. V.; NEGREIROS, M. Z.; AROUCHA, E. M. M.; LOPES, W. A. R.; TEÓFILO, T. M. S.; FREITAS, F. C. L.; NUNES, G. H. S. Qualidade de cenouras em diferentes densidades populacionais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 2, p. 218-223, 2010.
- AQUINO, R. F. B. A.; ASSUNÇÃO, N. S.; AQUINO, L. A.; AQUINO, P. M.; OLIVEIRA, G. A. O.; CARVALHO, A. M. X. C. Nutrient demand by the carrot crop is influenced by the cultivar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, p. 541-552, 2015.
- ARAÚJO, A. P. Eficiência vegetal de absorção e utilização de fósforo, com especial referência ao feijoeiro. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. (org.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: SBCS, v. 1, 2000. p. 163-212.
- ASSUNÇÃO, N. S.; CLEMENTE, J. M.; DE AQUINO, L. A.; DEZORDI, L. R.; DOS SANTOS, L. P. D. Produtividade e eficiência de recuperação pela cenoura de nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 4, p. 859-865, 2016.
- AVELAR, B. C.; SANS, L. M. A.; MENDES, J. F. Absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio pela cultura da cenoura (*Daucus carota*, L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 8, n. 8, p. 209-212, 1973.
- BASTOS, A. L.; COSTA, J. P. V.; SILVA, I. F.; RAPOSO, R. W.; SOUTO, J. S. Influência de doses de fósforo no fluxo difusivo em solos de Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 2, p. 136-142, 2008.
- BEZERRA NETO, F.; ANDRADE, F. V.; NEGREIROS, M. Z.; SANTOS JÚNIOR, J. S. Desempenho agroecômico do consórcio cenoura x alface lisa em dois sistemas de cultivo em faixa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 635-641, 2003.
- CARDOSO, G. F. G.; FACTOR, T. L.; PURQUERIO, L. F. V. **Caracterização do crescimento da planta e dos teores de nutrientes da cenoura ‘francine’ ao longo do ciclo produtivo**. IN: 8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

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

CARVALHO, A. F.; SILVA, G. O. Divergência genética entre genótipos de cenoura através de caracteres agronômicos. **Revista Agroambiente On-line**, Boa vista, v. 11, n. 2, p. 137-144, 2017.

CAVALCANTI, F. J. A. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco (2ª aproximação)**. Recife: IPA. 198p. 1998

CECÍLIO FILHO, A. B.; PEIXOTO, F.C. Acúmulo e exportação de nutrientes em cenoura 'Forto'. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 1, p. 64-70, 2013

CHAVES, F.M.S.; GARRETO, F.G.S.; SOARES, F.A.; MENESES K.C.; FILHO, R.S.S. M.F. Desempenho da cenoura sob diferentes doses de fósforo na microrregião de Chapadinha – MA. IN: congresso brasileiro de ciência do solo. Natal: CBSC 2015

Crusciol, C.A.C.; Mauad, M.; Alvarez, R.C.F.A.; Lima, E.V. e Tiritan, C.S. Doses de fósforo e crescimento radicular de cultivares de arroz de terras altas. **Bragantia**, Campinas, vol. 64, n. 4, p. 643-649, 2005.

DEZORDI, L.R.; CLEMENTE, J.N.T. F.; OLIVEIRA, T.G.; GENTIL.; L. A. Aquino. Nutrient demand of the carrot crop. **African Journal of Agricultural Research**, New Zealand, v. 10, n. 35, p. 3533-3542, 2015

EMBRAPA Hortaliças (2006). Produção de hortaliças no Brasil, 1980-2004.

EMBRAPA HORTALIÇAS. 2014. **Situação das Safras de Hortaliças no Brasil - 2000-2011**.

EMBRAPA.2008. **Sistemas de produção**. 5ª ed. Brasília, 2008.

FAGERIA, N. D.; KLUTHCOUSKI, J. **Metodologia para avaliação de cultivares de arroz e feijão para condições adversas de solo**. Brasília: Embrapa-CNPAF, 1980.

FAGERIA, N. K. Eficiência de uso de fósforo pelos genótipos de feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 128-131, 1998.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982.

FILGUEIRA, FAR. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3ª ed. Viçosa: UFV, 418p. 2012.

FILHO, A. R. N.; PEREIRA, E. D.; NAVES, M. R.; YURI, J. E. **Efeito do uso de diferentes doses de fósforo na cultura da cenoura**. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45.,2005, Fortaleza. Anais...Fortaleza: CBO, 2005.

FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; ALVAREZ, V. V. H.; NOVAIS, R. F. Fatores que influenciam os níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de gramíneas forrageiras: II. Em campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 35-40, 1997b.

GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta**. Potafos - associação brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato. Informações agronômicas nº 95 – setembro/2001

HASEGAWA, J. 2006. **Estudo comprova rendimento de cenoura híbrida Horticeres**.

KABIR, ASHRAFUL, A.; WALIULLAH, M. H.; RAHMAN, M. M. M.; RASHID, A. Effect of spacing and sowing time on growth and yield of carrot (*Daucus carota* L.). **International Journal of Sustainable Agriculture**, v. 5, n. 1, p. 29-36, 2013.

LANA, M. M; VIEIRA, J. V. **Fisiologia e manuseio pós-colheita de cenoura Brasília**, EMBRAPA - Hortaliças. 2000. 15 p.

LOPES, W. A. R.; NEGREIROS, M. Z.; TEÓFILO, T. M. S; ALVES, S. S. V.; MARTINS, C. M.; NUNES, G. H. S.; GRANGEIRO, L. C. Produtividade de cultivares de cenoura em diferentes densidades de plantio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 5, p. 482-487, 2008

LUZ, J. M. Q.; JÚNIOR, J. A. S.; TEIXEIRA, M. S.; SILVA, M. A.; SEVERINO, G. M.; MELO, B. Desempenho de cultivares de cenoura no verão e outono-inverno em Uberlândia-MG. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 96-99, 2009

LUZ, J. M.Q; ZORZAL FILHO, A.; RODRIGUES, W.; RODRIGUES, C.R.; QUEIROZ, A. A. Adubação de cobertura com nitrogênio, potássio e cálcio na produção comercial de cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, p. 543-548, 2009b.

LYNCH, J. P.; BROWN, K. M. Topsoil foraging—an architectural adaptation of plants to low phosphorus availability. **Plant and Soil**, Crawley , v. 237, p. 225–237, 2001.

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

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

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higherplants**. London: Academic, 2002.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 1. ed. New York: Academic, 1993.

MARTINEZ, M. M. **Produção de cenoura (*DAUCUS CAROTA L.*) irrigada sob diferentes doses de fósforo e sistemas de colheita**. 2001. 70p. Tese (Mestrado em Agronomia)- Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Dourados, 2001.

MESQUITA FILHO, M. V.; SOUZA, A. F.; MOITA, A. W.; RAMAGEM, R. D. Produção comercializável e teores de Cu e Zn em cenoura em decorrência da ação residual de fósforo e composto de lixo em solo sob cerrado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 153-157, 2002.

MESQUITA FILHO, M. Y.; SOUZA, A.; MOITA, A. W. Comportamento da cenoura em decorrência da aplicação de fósforo e de composto de lixo em um solo sob Cerrado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, suplemento, 1997

MONIRUZZAMAN, M.; AKAND, M. H., HOSSAIN, M. I., SARKAR, M. D., & ULLAH, A. Effect of Nitrogen on the Growth and Yield of Carrot (*Daucus carota L.*). **The Agriculturists**, v. 11, n. 1, p. 76-81, 2013

NASCIMENTO, M. V.; XAVIER, R. C.; FERNANDES, L. R. S. G., CASTRO, T., DA SILVA GOMES, I.; BENETT, C. G. S.; BENETT, K. S. Produtividade da cenoura em função de fontes e doses de fósforo. In: **Anais do Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG**, Goiás. 2015.

NEGREIROS, M. Z.; BEZERRA NETO, F.; PORTO, V. C. N.; SANTOS, R. H. S. Cultivares de alface em sistemas solteiro e consorciado com cenoura em Mossoró. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 162-166, 2002

NUNES, J. A. S.; BONFIM-SILVA, E. M.; MOREIRA, J. C. F. Produção de rabanete submetido à adubação fosfatada. **Revista do Centro Universitário de Patos de Minas**, Patos de Minas, v. 2178, p. 7662, 2014.

OLIVEIRA FONTES, L.; RODRIGUES, P. M. S.; NASCIMENTO, P. G. L.; PAULA, V. F. S.; RAMOS, R. F. Manejo de plantas daninhas na cultura da cenoura em monocultura e consorciada com rabanete. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 162-169, 2012.

Oliveira, D. M. D. **Produtividade de cenoura em função de doses de nitrogênio e épocas de plantio**. 2015. 38 f. Dissertação (Mestrado em Manejo de solo e água), Universidade federal rural do Semi-árido, Mossoró (RN).

OLIVEIRA, M. K. T. ; BEZERRA NETO, F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; MOREIRA, J. N.; SÁ, J. R.; LINHARES, P. C. F. Desempenho agroeconômico da cenoura adubada com jitrana (*Merremiaegyptia*). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 3, p. 433-439, 2012.

OLIVEIRA, R. A.; MARROCOS, S. D. T. P.; LUCENA, R. M.; DA SILVA RAMOS, J. A., & GRANGEIRO, L. C. Acúmulo e exportação de nutrientes em cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, 2006.

PEIXOTO, F. D. C. **Crescimento e acúmulo de macronutrientes em cenoura Forto**. 2011. 88f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade estadual “Júlio de Mesquita” Jaboticabal (SP).

PEREIRA, R. B.; CARVALHO, A. D. F.; PINHEIRO, J. B.; SILVA, G. O.; VIEIRA, J. V. Avaliação de híbridos experimentais de cenoura no Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.33, n.1, p. 34- 39, 2015.

PEREIRA, R. S.; NASCIMENTO, W. M.; VIEIRA, J. V. Germinação e vigor de sementes de cenoura sob condições de altas temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 215-219, 2007.

PORTO V. C. N.; BEZERRA NETO, F.; LIMA J. S. S.; BARROS JÚNIOR, A. P.; MOREIRA, J. N. Combination of lettuce and rocket cultivars in two cultures intercropped with carrots. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 404-411, 2011.

QUADROS, M. S.; TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BARCELOS, A. A.; ANDREZZA, R.; BORTOLON, L. Crescimento da cultura da cenoura após aplicações de resíduos de curtume e carboníferos no solo. **Biosciencie Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 1, p. 127-134,2015.

QUEIROZ LUZ, J. M.; ARAUJO QUEIROZ, A.; BORGES, M.; CAMARGOS OLIVEIRA, R.; SOARES LEITE, S.; RIBEIRO CARDOSO, R. Influence of phosphate fertilization on phosphorus levels in foliage and tuber yield of the potato cv. Ágata. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, 2013.

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

REGO, L. G. S.; MARTINS, C. M.; SILVA, E. F.; SILVA, J. J. A.; LIMA, R. N. S. Pedogenesis and soil classification of an experimental farm in Mossoró, state of Rio Grande do Norte, Brazil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 4, p. 1036-1042, 2016.

RESENDE, G. M.; BRAGA, M. B. Produtividade de cultivares e populações de cenoura em sistema orgânico de cultivo. **Embrapa Hortaliças-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2014.

RESENDE, G. M.; YURI, J. E.; COSTA, N. D.; MOTA, J. H. Desempenho de cultivares de cenoura em sistema orgânico de cultivo em condições de temperaturas elevadas. **Horticultura Brasileira**, Cidade, v. 34, n. 1, p. 121-125, 2016.

ROSOLEM, C.A.; ASSIS, J.S.; SANTIAGO, A.D. Root growth and mineral nutrition of corn hybrids as affected by phosphorus and lime. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 25 p. 2491-2499, 1995.

ROTILI, E. A., RIBEIRO FIDELIS, R., MOTA DOS SANTOS, M. B. B., HÉLIO, C. P. Eficiência do uso e resposta à aplicação de fósforo de cultivares de arroz em solos de terras altas. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 705 – 710, 2010.

Sakata Acontece. **Informativo da Sakata**. 10 ed. Bragança Paulista (SP), 4 p. 2015.

SANTANA, A. D. C.; MOTA, J. H.; YURI, J. E.; RESENDE, G. M. Produtividade de raízes de cenoura em função de doses de cama de frango e termofosfato magnésiano. In Embrapa Semiárido-Artigo, **Anais de congresso (ALICE)**. In: Encontro latino-americano de iniciação científica, 19.; encontro latino americano de pós graduação, 15.; univap, 2015.

SCHACHTMAN, D.P.; REID, R. J.; AYLING, S. M. Phosphorus Uptake by Plants: From Soil to Cell. **Plant Physiol.**, v. 116, p. 447–453, 1998

SHENK, M. K.; BARBER, S. A. Root characteristics of corn genotypes as related to P uptake. **Agronomy Journal**, v. 71, n. 6, p. 921-924, 1977.

SILVA, F. N.; FURTINI NETO, A. E.; CARNEIRO, L. F.; MAGALHÃES, C. A. S.; CARNEIRO, D. N. M. Crescimento e produção de grãos da soja sob diferentes doses e fontes de fósforo em solos distintos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1220-1227, 2009.

SINGH, D. P.; BELOY, J.; MCINERNEY, J. K.; DAY, L. Impact of boron, calcium and genetic factors on vitamin C, carotenoids, phenolic acids, anthocyanins and antioxidant capacity of carrots (*Daucus carota* L.). **Food Chemical**, v. 13, n. 2, p. 1161-70, 2012.

SOSA, A.; RUIZ, G.; BAZANTE, I.; MENDOZA, A.; ETCHEVERS, J. D.; PADILLA, J.; CASTELLANOS, J. Z. Absorción de nitrógeno, fósforo y potasio em zanahoria (*Daucus carota* L.) cultivada en el Bajío de México. **Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica (Northern Latin America, Mexico and Central America)**, n. 11, 2013.

SOUSA, L. M.; CUNHA, A. S. S.; PEREIRA, L. D.; MOTA, J. H. efeito de fontes e doses de fósforo na produção de rabanete. **Tecnologia ciência e Agropecuária**. João Pessoa, v. 11, n. 4, p. 1-6, 2017.

SOUZA, A.F.; MESQUITA FILHO, M.V.; VIEIRA, J.V.; SOUZA, R.B.; MEIRELE, S.M.; Teores de macronutrientes e produção de matéria seca em cenouras do Grupo Brasília, cultivadas em solos sob cerrado. *Horticultura Brasileira*, v. 21, n. 2, suplemento CDROM, 2003.

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)

TEÓFILO, T. M.; FREITAS, F. C. L.; NEGREIROS, M. Z.; LOPES, W. A. R. Crescimento de cultivares de cenoura nas condições de Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 168-174, 2009.

TIFFNEY, B. H.; NIKLAS, K. J. Clonal growth in land plants: a palaeo botanical perspective. In: JACKSON, J. B. C.; BUSS, L. W.; COOK, R. E (org.). **Population biology and evolution of clonal organisms**. New Haven: Yale University Press, 1985. p. 35-66.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. V. Hortaliças. In: RAIJ, B. V. et al. (org.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo; Fundação IAC, 1997. 285 p.

VIEIRA, J. V.; DELLA VECHIA, P. T.; IKUTA, H. Cenoura Brasília. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 1, p. 42, 1983.

VIEIRA, J. V.; SILVA, G. O.; CHARCHAR, J. M.; FONSECA, M. E. N.; SILVA, J. B. C.; NASCIMENTO, W. M.; BOITEUX, L. S.; PINHEIRO, J. B.; REIS, A.; RESENDE, F. V.; CARVALHO, A. D. F. BRS Planalto: cultivar de cenoura de polinização aberta para cultivo de verão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 3, n. 2, p. 359-363, 2012.