



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

**DANIELA MARQUES DE OLIVEIRA**

**PRODUTIVIDADE DE CENOURA EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO E  
ÉPOCAS DE PLANTIO**

**MOSSORÓ/RN**  
**FEVEREIRO/2015**

**DANIELA MARQUES DE OLIVEIRA**

**PRODUTIVIDADE DE CENOURA EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO E  
ÉPOCAS DE PLANTIO**

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

ORIENTADOR: Prof. D. Sc. Leilson da Costa Grangeiro

CO-ORIENTADOR: Prof. Fábio Henrique Tavares de Oliveira

MOSSORÓ/RN

FEVEREIRO/2015

DANIELA MARQUES DE OLIVEIRA


**PRODUTIVIDADE DE CENOURA EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO E  
ÉPOCAS DE PLANTIO**

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

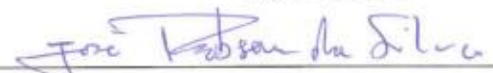
APROVADA EM: 12/02/2015

  
Prof.º D. Sc. Leilson Costa Grangeiro /UFERSA

Orientador

  
Prof.º D. Sc. José Francismar de Medeiros /UFERSA

Examinador

  
D. Sc. José Robson da Silva /EMPARN

Examinador

MOSSORÓ/RN

FEVEREIRO/2015

Catálogo na Fonte

Catálogo de Publicação na Fonte. UFERSA - BIBLIOTECA CENTRAL ORLANDO TEIXEIRA - CAMPUS MOSSORÓ

Oliveira, Daniela Marques de.

Produtividade de cenoura em função de doses de nitrogênio e épocas de plantio / Daniela Marques de Oliveira. - Mossoró, 2015.

26f. il.

1. Cenoura. 2. Hortaliças - produtividade comercial. 3. Adubação nitrogenada. I. Título

RN/UFERSA/BCOT/378

CDD 635.13

O48p

À minha mãe, Luzia Maria Nolasco de Oliveira, pela força durante toda a minha jornada de estudos, a grande responsável pelo meu sucesso e por todas as minhas conquistas. Sempre me incentivou a ter coragem e determinação para que não desviasse dos meus objetivos. Dedico a você, que me deu a vida, me ensinou a vivê-la com dignidade e honestidade, com afeto e dedicação. Meu muitíssimo obrigada! Ao meu pai, meus irmãos e ao meu esposo Uberlânio, que sempre esteve ao meu lado, meu muito obrigada pelo incentivo. Vocês também fazem parte dessa vitória.

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela oportunidade concedida para evoluir nesta existência moral e profissionalmente.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido, por meio do Programa de Pós Graduação em Manejo de Solo e Água, pelo curso oferecido.

À Coordenação de aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Leilson Costa Grangeiro, pela orientação, apoio e os ensinamentos dados durante esse período que trabalhamos juntos.

Aos professores, por todas as informações transmitidas durante a minha vida acadêmica.

À minha família e ao meu esposo, pelo ombro amigo e companheirismo nos momentos mais difíceis.

Aos amigos do Departamento de Ciências Vegetais, em especial a Valdívia, Rosimeire, Paulo e Bruno.

A todo o nosso grupo de pesquisa, pela ajuda oferecida para o desenvolvimento do trabalho. Sem vocês não seria possível a realização desse experimento.

Aos funcionários da horta, representados aqui por Nanan, Seu Alderir, Seu Antonio e Josimar, sempre dispostos a me ajudar e ensinar nos momentos que precisei. Muito agradecida.

## **DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR**

DANIELA MARQUES DE OLIVEIRA, filha de Luzia Maria Nolasco de Oliveira e Aureliano Marques de Oliveira, nascida no dia 17 de abril de 1983 na cidade de Mossoró, RN. Estudou durante toda vida escolar na Escola Estadual Jerônimo Rosado, concluindo o 2º Grau no ano de 2003. Em agosto de 2007, ingressou no curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), graduou-se como Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), obtendo o grau em novembro de 2012. Em março de 2013, iniciou o curso de Mestrado em Manejo de Solo e Água: Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), obtendo o grau de Mestre em Ciência do Solo em março de 2015.

## RESUMO

OLIVEIRA, Daniela Marques de. **Produtividade de cenoura em função de doses de nitrogênio e épocas de plantio**. 2015. 26f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2015.

A cenoura é uma das hortaliças de maior expressão econômica no mundo, desempenhando importante papel na alimentação, principalmente no fornecimento de vitamina A na dieta de crianças e adultos. Para o mercado, é uma hortaliça ideal, pois garante o abastecimento durante todo o ano e tem relativa conservação em ambiente refrigerado. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade da cenoura em função adubação nitrogenada em duas épocas do ano. Os experimentos foram desenvolvidos na Horta Didática do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, em Mossoró, RN, em dois períodos: de agosto a dezembro de 2013 (ÉPOCA 1) e de junho a outubro de 2014 (ÉPOCA 2). O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com sete tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram em sete doses de nitrogênio: 0 (testemunha); 20; 40; 60; 80; 100 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N. Foram avaliadas as seguintes características: porcentagem de raízes longas, médias e curtas, produtividade comercial, produtividade não comercial e produtividade total, altura de planta, matéria seca das raízes e da parte aérea e o teor de N na folha diagnóstica. A maior produtividade comercial foi de 25,26 t ha<sup>-1</sup>, com 81 kg ha<sup>-1</sup> de N. O experimento conduzido no período de junho a outubro de 2014 proporcionou maior quantidade de raízes longas. A dose de N recomendada na literatura para a cenoura proporcionou melhor rendimento. O plantio na estação outono-inverno proporcionou maior produtividade, com maior porcentagem de frutos longos.

**Palavras - chave:** *Daucus carota L.*. Crescimento. Nutrição de planta.



## ABSTRACT

OLIVEIRA, Daniela Marques de. **Carrot yield in different nitrogen dose and planting dates**. 2015. 26p. Dissertation (Master in Management of Soil and Water) - Federal Rural University of Semi-Arid (UFERSA), Mossoró-RN, 2015.

Carrot is one of the largest economic expression of vegetables in the world, and plays an important role in feeding, especially in providing vitamin A in the diet of children and adults. For market, it is an ideal vegetable, as it ensures the supply throughout the year and has relative conservation under refrigeration. The aim of this study was to evaluate the productivity of nitrogen fertilization on carrot function in two seasons. The experiments were conducted in Horta Teaching, Department of Plant Sciences at the Federal Rural University of the Semi-Arid in Mossoró, RN, in two periods: from August to December 2013 (SEASON 1) and from June to October 2014 (SEASON 2 ). The experimental design was a randomized block with seven treatments and five replications. The treatments consisted of seven nitrogen rates: 0 (control); 20; 40; 60; 80; 100 and 120 kg ha<sup>-1</sup> of N. The following characteristics were evaluated: percentage of long roots, medium and short, business productivity, non-commercial yield and total yield, plant height, dry matter of roots and shoots and the content N in the diagnostic sheet. The greater commercial yield was 25.26 t ha<sup>-1</sup>, with 81 kg ha<sup>-1</sup> of N. The experiment conducted in the period from June to October 2014 provided the highest amount of long roots. The N fertilization rate in the literature for the carrot provided better performance. Planting in autumn-winter season provided larger yield, with highest percentage of long fruit.

**Keywords:** *Daucus carota L.*. growth. plant nutrition.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1 Cultura da cenoura.....	3
2.2 Nitrogênio na planta .....	4
2.3 Nitrogênio no crescimento de hortaliças de raízes tuberosas .....	5
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>8</b>
3.1 Localização da área experimental e época de cultivo .....	8
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>21</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>26</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Temperatura média diária e precipitação, durante o cultivo da cenoura nas épocas 1 (A) e 2 (B). Mossoró/RN, UFERSA, 2013/2014.....06
- Figura 2. Altura de planta (A) e massa seca parte aérea (B) de cenoura em função de doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2013/2014.....12
- Figura 3. Massa seca de raiz de cenoura em função de doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2013/2014.....13
- Figura 4. Teor de N na folha diagnóstica de cenoura em função das doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2013/2014.....14
- Figura 5. Porcentagem de raízes longas de cenoura em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró-RN, UFERSA, 2013/2014.....15
- Figura 6. Porcentagem de raízes médias de cenoura em função de doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2013/2014.....16
- Figura 7. Porcentagem de raízes curtas de cenoura em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró-RN, UFERSA, 2013/2014.....16
- Figura 8. Produtividade comercial de raízes de cenoura em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....17
- Figura 9. Produtividade não comercial de raízes de cenoura em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....18
- Figura 10. Produtividade total de raízes de cenoura em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....19

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Características químicas do solo na camada de 0 a 0,20 m de profundidade, antes da instalação dos experimentos referentes aos anos de 2013 e 2014. Mossoró-RN.....08
- Tabela 2. Resumo da análise de variância conjunta: altura, massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), teor de nitrogênio (N), longa (LONG), média (MÉD), curta, produtividade comercial (PC), produtividade não comercial (PNC), produtividade total (PT) de cenoura em função de épocas de avaliação e doses de nitrogênio, obtidos a partir de dados referentes aos anos de 2013 e 2014. Mossoró – RN, UFERSA, 2015.....11
- Tabela 3. Valores médios de produtividade comercial (PC), total (PT), refugo (PNC), raízes longas (LONGA) e curtas (CURTA) de cenoura em função de épocas de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....11
- Tabela 4. Contribuição das características % de raízes médias (% RM), massa seca da parte aérea (MSPA), altura (ALT), massa seca da raiz (MSR) e teor de nitrogênio (N) em função de doses de nitrogênio nas épocas 1 e 2, avaliadas em Mossoró-RN nos anos de 2013-2014. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....26

## 1. INTRODUÇÃO

A cenoura (*Daucus carota* L.) é umas das hortaliças com maior destaque no cenário nacional. Atualmente, é a quarta hortaliça mais cultivada no Brasil. Sua extensão de área plantada e valor socioeconômico pode ser colocada entre as mais importantes olerícolas do mundo (FREITAS et al., 2009).

A produção de cenoura, no Brasil, no ano de 2012 foi de 756.744 toneladas; e a região Sudeste é a maior produtora dentre as regiões brasileiras, com 62% do total. Entretanto, a produtividade média brasileira é de 29 t ha<sup>-1</sup>, e está muito aquém do potencial da cultura, estimada entre 100 a 120 t ha<sup>-1</sup>. Entre as causas dessa baixa produtividade brasileira, podem ser citados a falta de zoneamento climático e a inadequada escolha da cultivar, de preparo do solo, da densidade populacional, da fertilização, irrigação e controle fitossanitário (EMBRAPA, 2013).

No Rio Grande do Norte, o volume de produção de cenoura é baixo quando comparado com outros estados do país. Além disso, a produção é incipiente, necessitando da importação de outros estados para suprir a demanda interna, com conseqüente elevação de preços. Uma alternativa para atender a demanda do produto é utilizar genótipos nacionais, como Brasília, Alvorada, Esplanada, dentre outros, que são recomendados para o cultivo de verão.

Uma das principais dificuldades no cultivo de cenoura em condições de alta temperatura e ampla luminosidade tem sido a baixa disponibilidade de nutrientes nos sistemas de produção, principalmente de nitrogênio (SILVA, 2002).

As condições climáticas que ocorrem nas diferentes épocas e locais de cultivo podem influenciar a adaptabilidade e a estabilidade das cultivares (OLIVEIRA et al., 2005). Assim, na maioria das vezes a temperatura ambiente é determinante na escolha da cultivar (REGHIN; DUDA, 2000).

A temperatura é o fator climático mais importante para a produção de raízes. Temperaturas de 10° a 15° C favorecem o alongamento e o desenvolvimento de coloração característica, ao passo que temperaturas superiores a 21° C estimulam a formação de raízes curtas e de coloração deficiente. Existem cultivares que formam boas raízes comerciais sob temperaturas de 18 a 25° C. Em temperaturas acima de 30° C, a planta tem o ciclo vegetativo reduzido, o que afeta o desenvolvimento de raízes e produtividade. Temperaturas baixas associadas a dias longos induzem o florescimento precoce, principalmente daquelas cultivares

que foram desenvolvidas para o plantio em épocas quentes do ano (VIEIRA; MAKISHIMA, 2000).

A adubação representa em torno de 45% do custo de produção da cenoura (CEPEA, 2010), tem importante influência na produtividade (MENEGAZZO, 2010), na qualidade da raiz (LUZ et al., 2009), no armazenamento (MÜLLER, 1982), no ambiente e na rentabilidade de cultivo. Um bom manejo nutricional e de adubação é construído, também, levando-se em consideração a marcha de acúmulo de nutrientes, a qual, de certo modo, reflete a demanda da cultura e as condições de solo em fornecê-los.

A adubação é um dos fatores que influenciam na produção das hortaliças, sendo que dentre os adubos utilizados o nitrogênio é um dos mais complexos, devido à sua alta exigência em estágios definidos do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo dessas culturas e também pelas perdas por lixiviação e volatilização. Existem várias recomendações para a adubação nitrogenada, pois seu manejo equivocado pode trazer problemas para as culturas e o ambiente (MADEIRA et al., 2007).

O nitrogênio é o segundo nutriente mais exigido pelas hortaliças (FILGUEIRA, 2000). Seu fornecimento via adubação funciona como complementação à capacidade de suprimento dos solos, geralmente com teores baixos desse nutriente, em relação às necessidades das plantas (MALAVOLTA et al., 1990). Portanto, quando o nitrogênio no solo encontra-se em quantidades insuficientes para o suprimento das plantas, suas folhas ficam cloróticas e produzem menos; mas se estiver em excesso, a planta vegeta excessivamente e produz menos frutos (MALAVOLTA et al., 2002).

O objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade de cenoura Brasília em função de doses de nitrogênio e época de plantio nas condições de Mossoró-RN.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Cultura da cenoura**

A cenoura é originária da região onde hoje se localiza o Afeganistão. Entretanto, a cenoura de coloração alaranjada foi selecionada a partir de material asiático trabalhando na França e na Holanda durante o século XVII. A parte utilizável é uma raiz pivotante, tuberosa, carnuda, lisa, reta e sem ramificações, de formato cilíndrico ou cônico. É uma importante fonte de  $\beta$ -caroteno para a alimentação humana, precursor da vitamina A, sendo considerada a melhor fonte vegetal dessa vitamina. A planta é bienal, embora cultivada como planta anual. No caso das cultivares nacionais, a planta emite um vistoso pendão floral, após um adequado período de frio (FILGUEIRA et al., 2003).

A produção de cenoura ocorre melhor em áreas de clima ameno. Nos últimos anos, face ao desenvolvimento de cultivares tolerantes ao calor e com resistência às principais doenças de folhagem, o plantio de cenoura vem se expandindo também nos estados da Bahia e Goiás (AGRIANUAL, 2004).

Segundo Oliveira et al. (2005), o volume de cenoura produzido no verão é insuficiente para atender a demanda do mercado, havendo necessidade de importação do produto de outros estados, principalmente de Minas Gerais.

Cada cultivar tem características próprias quanto ao formato das raízes, resistência às doenças e principalmente quanto à época de plantio. Esta última característica permite que se produza cenoura durante o ano todo na mesma região, desde que se plante a cultivar apropriada às condições de clima predominante em cada época (FILGUEIRA, 2003).

No Brasil, a cenoura é cultivada durante o ano todo, havendo cultivares específicas para o outono-inverno, primavera e verão. Entretanto, no cultivo de verão ocorre uma série de intempéries climáticas que podem prejudicar tanto a germinação das sementes como o desenvolvimento da planta e qualidade das raízes (RESENDE et al., 2005).

A cultivar Brasília é uma cenoura para o cultivo de verão, desenvolvida pelo Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPQ) da Embrapa, com a colaboração do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da USP. Apresenta uma folhagem vigorosa, de coloração verde escura e porte médio de 25 a 35 cm de altura.

As raízes são cilíndricas, com coloração laranja-clara variável e baixa incidência de ombro verde ou roxo. As dimensões médias das raízes variam de 15 a 20 cm de comprimento por 2 a 3 cm de diâmetro.

O ciclo, da sementeira à colheita, é de 85 a 100 dias. Apresenta resistência ao calor, boa resistência de campo à Requeima de *Alternaria* (*Alternaria dauci* (Küehn) Groves; Skolko) e resistência ao pendoamento nas sementeiras de outubro a fevereiro. A cultivar apresenta produtividade média de 30 t ha<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2006).

A cultivar Brasília é plantada em todas as áreas produtoras da região norte e nordeste e, respectivamente, em 80, 79 e 95% das regiões sudeste, sul e centro-oeste. Estas três últimas regiões representam 76% da área total de cenoura cultivada no Brasil, ao passo que a região nordeste representa 23% (PIRES et al., 2004 citado por RESENDE; CORDEIRO, 2007).

Ela foi avaliada junto a produtores da região do Distrito Federal, por três anos, obtendo-se excelentes resultados. Atualmente, a cultivar já está difundida em grande parte do território nacional e as informações que chegam dos produtores, para o CNPH, dão conta de que ela tem se comportado muito bem nas condições climáticas para as quais foi criada (EMBRAPA, 2006).

## **2.2 Nitrogênio na planta**

Segundo Machado (2002), a adubação nitrogenada é a maior responsável pela disponibilidade do N no solo. As plantas, de modo geral, respondem bem à adubação nitrogenada; o efeito externo do nitrogênio mais visível é a vegetação verde e abundante. Porém, o excesso de N é prejudicial, de modo que a dose deste elemento fornecida à cultura deve ser bem equilibrada em relação à quantidade dos outros elementos de que a planta necessita, principalmente fósforo e potássio.

A recomendação de adubação de uma cultura depende das demandas nutricionais das plantas para os crescimentos vegetativos e reprodutivos (LAVIOLA et al., 2007). Também deve ser levada em consideração a eficiência de aproveitamento dos adubos aplicados e a fração de nutrientes suprida pelo solo (PREZOTTI, 2001).

Souza & Resende (2003) verificaram o acúmulo de macronutriente na parte aérea da planta, de cenouras do grupo Brasília, adaptadas ao cultivo de verão, na seguinte ordem K > N > Ca > S > P > Mg, ao passo que na raiz a ordem de acúmulo foi de K > N > P > Ca > Mg > S. Os autores também verificaram que o acúmulo de matéria seca na parte aérea correspondeu a 33% da matéria seca total da planta.

Para ‘Brasília’, ‘Esplanada’ e ‘Alvorada’, em cultivo em Mossoró, RN, Teófilo et al. (2009) observaram que a parte aérea das cultivares apresentou acúmulo de matéria seca linear com o desenvolvimento das plantas durante o ciclo e, assim, como em Souza et al. (2003), a



matéria seca da parte aérea das três cultivares, ao fim do ciclo, representou cerca de 36% do total acumulado pelas plantas.

Embora o nitrogênio seja o segundo nutriente mais exigido pelas hortaliças, pouco se conhece a respeito das quantidades a utilizar de modo a permitir a obtenção de rendimentos satisfatórios para a cenoura. As poucas informações recomendam uma adubação de cobertura com 40 Kg ha<sup>-1</sup> de N. Entretanto, nos plantios de época chuvosa recomenda-se a aplicação de 60 Kg ha<sup>-1</sup> de N (VIEIRA; MAKISHIMA, 2000).

O N é um dos elementos mais dinâmicos no agrossistema e os fertilizantes nitrogenados solúveis, após sua aplicação no solo, estão sujeitos a grandes perdas por volatilização de gás amônia ou lixiviação de nitrato, dependendo da fonte utilizada, amídica, amoniacal ou nítrica (ZABINI et al., 2008).

De acordo com Silva et al. (2004), uma das formas para reduzir perdas de nitrogênio e melhorar seu aproveitamento seria sua aplicação na semeadura ou transplântio juntamente com o fósforo e o potássio, e o restante distribuído em cobertura, em uma ou mais vezes, coincidindo com o período de maior exigência de cultura.

Nesse sentido, o parcelamento do nitrogênio pode amenizar as perdas, além de favorecer melhor produção, devido ao eficiente aproveitamento do nutriente pelas plantas, devendo ser aplicado na época de maior exigência pelas plantas, pois o nitrogênio não absorvido é perdido de alguma forma, seja por lixiviação ou volatilização (BARBOSA FILHO et al., 2004).

### **2.3 Nitrogênio no crescimento de hortaliças de raízes tuberosas**

O nitrogênio contribui para o aumento da produtividade das culturas, por promover a expansão foliar e o acúmulo de massa. Todavia, energeticamente, os processos fisiológicos na planta, que se estendem desde a absorção até a completa assimilação do N em moléculas orgânicas, são muito dispendiosos, razão pela qual doses elevadas de fertilizantes nitrogenados podem reduzir a produtividade (MARSCHNER, 1995).

Correlação positiva entre massa fresca da parte aérea e produtividade tem sido constatada em tuberosas. Entretanto, essa afirmativa é verdadeira apenas dentro de certos limites, pois nem sempre crescimento de parte aérea é sinônimo de aumento em produtividade (GUIMARÃES et al., 2002). Aumento da área foliar é benéfico para a produção até que o índice de área foliar atinja a máxima eficiência entre a interceptação da luz e conversão em reservas para crescimento; acima desse patamar, o efeito do auto-sombreamento torna-se

expressivo, e a eficiência fotossintética das folhas inferiores do dossel torna-se baixa (LARCHER, 2004).

O teor de N correlaciona-se positivamente com o teor protéico (WINZER et al., 1996; SHOCK et al., 2000; SEXTOM; CARROL, 2002). Em beterraba açucareira, incrementos na dose de N, dentro de certos limites, têm proporcionado aumentos na produção e nos teores de N. Por outro lado, doses elevadas de N promoveram redução na concentração de açúcares em beterraba açucareira, repolho e cenoura, além do acúmulo de  $N-NO^{-3}$  (SEXTOM; CARROL, 2002). Em beterraba açucareira, o N em excesso pode incrementar compostos nitrogenados solúveis, os quais são indesejáveis por impedir a recuperação do açúcar durante o processo de produção existindo, ainda, efeito ambiental e genotípico na concentração desses compostos (HOFFMANN; MARLANDER, 2005).

Na recomendação da adubação nitrogenada para hortaliças, é importante considerar, além dos aspectos quantitativos, os aspectos qualitativos da produção, principalmente no tocante ao teor de  $NO^{-3}$ . Quando em grandes quantidades no organismo humano, o  $NO^{-3}$  pode ser convertido em N-nitrosaminas, que são compostos potencialmente carcinogênicos, além de poder transformar a hemoglobina do sangue em ferrihemoglobina (metahemoglobinemia), impedindo o transporte de oxigênio dos alvéolos pulmonares para os tecidos (RATH et al., 1994; HIRONDEL; HIRONDEL, 2001).

Em virtude do efeito marcante do N sobre a produtividade e qualidade das culturas, associado à lixiviação no perfil do solo e seu potencial de contaminação de reservas de águas (MACK, 1989; OLMEDO et al., 1999), bem como do efeito carcinogênico do  $NO^{-3}$  no organismo humano (RATH et al., 1994; HIRONDEL; HIRONDEL, 2001), pesquisas visando ao estabelecimento de doses adequadas de adubação nitrogenada são de extrema importância para que a qualidade total seja alcançada no processo produtivo. Nesse contexto, a análise do estado nutricional permite ajustes nas doses de N a ser aplicadas de forma a se obter alta produtividade e qualidade e, ao mesmo tempo, minimizar a perda por lixiviação desse elemento no solo e os custos com fertilizantes nitrogenados (FONTES, 2001).

## **2.4 Época de plantio da cenoura**

A cenoura (*Daucus carota*) é uma hortaliça de grande importância econômica no Brasil. Pode ser plantada durante todo ano, desde que a cv. seja adequada à época de plantio (LUZ et al., 2009).

Para o cultivo da cenoura, é importante conhecer a adaptação das cultivares de acordo com as condições climáticas do local. As cultivares recomendadas para o cultivo de inverno

são as do grupo Nantes, sendo esses materiais exigentes em clima ameno, intolerantes à temperatura e pluviosidade elevadas, condições sob as quais apresentam alta suscetibilidade à queima das folhas. As cultivares recomendadas para o cultivo de verão pertencem ao grupo Brasília (Brasília, Carandaí, Alvorada e Esplanada), apresentando adaptação à temperatura e pluviosidade elevadas, e alta resistência à queima-das-folhas (FILGUEIRA, 2008).

Luz et al. (2009) verificaram que no cultivo de verão, as cultivares Alvorada, Brasília Calibrada, Brasília Alta Seleção e Brasília RL apresentaram vantagens em produtividade total frente às cultivares Carandaí, Forto e Nantes.

O desenvolvimento vegetativo favorável em cultivares de cenoura é muito influenciado pelas condições climáticas da região. A produção quantitativa e qualitativa de raízes comerciais está diretamente relacionada com a cultivar, época e região de cultivo, tendo também influência as condições edafoclimáticas da respectiva região de produção. As regiões de alta altitude e clima ameno ao longo do ano são as mais indicadas para o cultivo de cenoura (FILGUEIRA, 2008).

Para a maioria das cultivares, a temperatura é o principal fator determinante na escolha da cultivar de acordo com a época de semeadura. De acordo com Pádua et al. (1984), as temperaturas elevadas durante o período de verão ou em regiões quentes exercem grande influência na formação das raízes.

A falta de conhecimento do comportamento de diferentes cultivares de cenoura para cada época específica de semeadura tem dificultado melhor desempenho da cultura.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização da área experimental e época de cultivo

Foram realizados dois experimentos na Horta didática do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, em solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (EMBRAPA, 1999). Da área experimental, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0 a 0,20 m, cujas análises encontram-se na tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do solo na camada de 0 a 0,20 m de profundidade, antes da instalação dos experimentos referentes aos anos de 2013 e 2014. Mossoró-RN.

Época	MO	pH	N	P	K	Na	Ca	Mg
	%	(água 1:2,5)	g Kg <sup>-1</sup>	----- (mg dm <sup>-3</sup> ) -----			----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----	
1	0,75	7,93	0,84	0,64	102,64	36,93	1,40	2,90
2	0,58	7,08	0,91	0,58	104,2	21,7	2,49	0,67

O município de Mossoró-RN está situado a 5° 11' de latitude S e 37° 20' de longitude WGr e uma altitude de 18 m. O clima da região, segundo a classificação Köppen, é 'BswH', isto é, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca que vai, geralmente, de junho a janeiro e uma chuvosa, de fevereiro a maio (CARMO FILHO et al., 1991). O primeiro experimento foi realizado no período de agosto a dezembro de 2013 (primavera - verão) e o segundo, de junho a outubro (outono - inverno) de 2014. Durante a condução dos experimentos, as temperaturas mínima, média e máxima registrada foram de 25,5°C, 27,8°C e 28,7°C no primeiro ano e 26,4°C; 27,5°C e 28,5°C no segundo ano. A precipitação média foi de 4,06 mm e 189,22 mm no primeiro e segundo anos, respectivamente (Figura 1).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas sete doses de nitrogênio: 0 (testemunha); 20; 40; 60; 80; 100 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N de acordo com Souza et al. (2008). Cada unidade experimental foi constituída por um canteiro de 3,0 x 1,0 m, com quinze fileiras transversais de plantas, espaçadas de 0,20 x 0,05 m. Utilizando como área útil as 11 fileiras centrais, que correspondem a uma área de 2,4 m<sup>2</sup>.

O preparo do solo constou de aração, gradagem e, posteriormente, foram confeccionados os canteiros de 0,20 m de altura e 1,0 m de largura, seguidos da adubação de fundação com base na análise de solo e recomendação de Souza et al. (2008), utilizando-se 300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 30% da dose de N conforme os tratamentos, nas formas de super fosfato triplo, cloreto de potássio e ureia, respectivamente. Foram aplicados

também 12 kg ha<sup>-1</sup> de bórax e 12 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de zinco. Na adubação de cobertura (30 e 60 dias após a semeadura), foram aplicados ao lado das fileiras de plantas 140 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 70 % da dose de N, nas formas de cloreto de potássio e ureia, respectivamente, de acordo com os tratamentos utilizados.

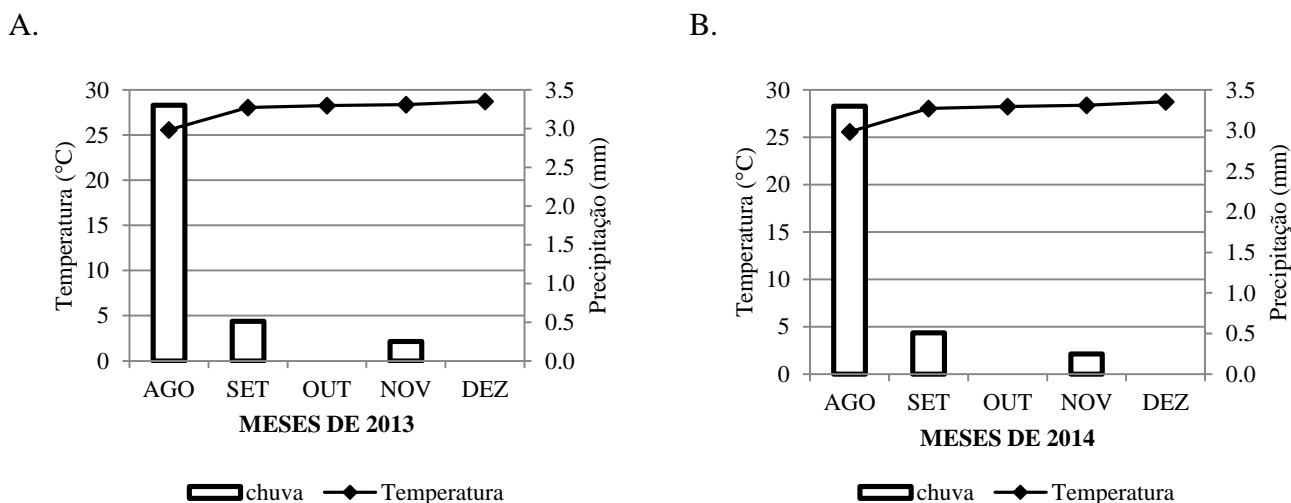


Figura 1. Temperatura média diária e precipitação, durante o cultivo da cenoura nas épocas 1 (A) e 2 (B). Mossoró/RN, UFERSA, 2013/2014.

A semeadura da cenoura cultivar Brasília foi realizada manualmente no sentido transversal do canteiro, em sulcos com aproximadamente 2,0 cm de profundidade. O desbaste foi realizado de uma só vez, aos 25 dias após a semeadura.

Durante a condução dos experimentos, o controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capinas manuais. As irrigações foram efetuadas por microaspersão, com turno de rega diária parcelada em duas aplicações (manhã e tarde). As colheitas da cenoura foram realizadas aos 105 e 110 dias após semeadura, respectivamente no primeiro e segundo experimentos. As seguintes características foram avaliadas:

- Classificação das raízes: A classificação das raízes foi obtida segundo o comprimento e maior diâmetro transversal 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 e Vieira (2000). Os resultados foram expressos em porcentagem.

- Produtividade comercial (t ha<sup>-1</sup>): Obtida pelo somatório da produção de cenouras com comprimento e diâmetro superiores a 5,0 e 1,0 cm, respectivamente, livres de defeitos como rachaduras, bifurcações, danos mecânicos e sintomas de nematóides, da área útil da parcela.

- Produtividade não comercial ( $t\ ha^{-1}$ ): Obtida pelo somatório da produção de cenouras classificadas como refugo e/ou que apresentavam defeitos como rachaduras, bifurcações, danos mecânicos e sintomas de nematóides, da área útil da parcela.
- Produtividade total ( $t\ ha^{-1}$ ): Obtida pelo somatório das produtividades comercial e não comercial.
- Altura de planta (cm): Obtida medindo-se a partir do nível do solo até a extremidade das folhas mais altas, em uma amostra de quinze plantas da área útil da parcela.
- Massa seca da parte aérea e de raízes ( $g\ kg^{-1}$ ): Após a colheita, foram coletadas dez 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  $65^{\circ} C$ , até atingir massa constante.
- Teores de N na folha diagnóstica ( $g\ kg^{-1}$ ): Para determinação dos teores de nutrientes foliares, foram coletadas, aos 60 DAP, dez folhas jovens completamente expandidas, juntamente com o pecíolo da área útil da parcela. As folhas foram lavadas em água destilada e, posteriormente, secas em estufa com ventilação forçada a  $65^{\circ} C$ , e moídas em moinho tipo Wiley. A quantificação dos teores de N seguiu a metodologia da Embrapa (2006).

As análises de variância das características avaliadas foram realizadas isoladamente para cada experimento. Depois, procedeu-se à análise conjunta dos experimentos com o auxílio do *software* SISVAR. Quando as características avaliadas foram significativamente afetadas pelo fator, doses foram submetidas à análise de regressão e as escolhas das equações se deram com base no  $R^2$  e significância dos parâmetros da equação. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, 5% de probabilidade, com o auxílio do programa SISVAR.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância conjunta, verificou-se interação significativa das doses de N e épocas de plantio para as características de porcentagem de raízes médias, massa seca de raízes e parte aérea e altura de plantas. Para as demais características, houve efeito significativo para época de plantio e doses de N de forma independente (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância conjunta: altura, massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), teor de nitrogênio (N), longa (LONG), média (MÉD), curta (CURTA), produtividade comercial (PC), produtividade não comercial (PNC), produtividade total (PT) de cenoura em função de épocas de avaliação e doses de nitrogênio, obtidos a partir de dados referentes aos anos de 2013 e 2014. Mossoró, 2015.

		Características Avaliadas				
		ALTURA	MSPA	MSR	N	LONG
FV	GL	Quadrado médio				
Bloco (Época)	8	2,78 <sup>ns</sup>	1,36 <sup>ns</sup>	1,44 <sup>ns</sup>	3,67 <sup>**</sup>	2,12 <sup>ns</sup>
Época	1	122,87 <sup>**</sup>	286,34 <sup>**</sup>	402,23 <sup>**</sup>	59,61 <sup>**</sup>	29,29 <sup>**</sup>
Dose	6	29,62 <sup>**</sup>	28,60 <sup>**</sup>	29,60 <sup>**</sup>	5,80 <sup>**</sup>	3,11 <sup>**</sup>
Época x Dose	6	3,25 <sup>**</sup>	13,82 <sup>**</sup>	5,25 <sup>**</sup>	2,31 <sup>*</sup>	0,82 <sup>ns</sup>
CV (%)		10,42	16,36	11,87	12,68	54,93
		MÉD	CURTA	PC	PNC	PT
FV	GL	Quadrado médio				
Bloco (Época)	8	1,63 <sup>ns</sup>	1,33 <sup>ns</sup>	1,28 <sup>ns</sup>	1,86 <sup>ns</sup>	1,201 <sup>ns</sup>
Época	1	81,19 <sup>**</sup>	6,80 <sup>**</sup>	21,05 <sup>**</sup>	98,87 <sup>**</sup>	45,98 <sup>**</sup>
Dose	6	8,04 <sup>**</sup>	5,93 <sup>**</sup>	23,07 <sup>**</sup>	4,34 <sup>**</sup>	27,33 <sup>**</sup>
Época x Dose	6	3,98 <sup>**</sup>	1,25 <sup>ns</sup>	1,73 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	1,38 <sup>ns</sup>
CV (%)		14,58	28,54	19,22	35,48	17,55

<sup>ns</sup> não significativas; \* significativa a 5% de probabilidade; \*\* significativa a 1% de probabilidade pelo teste F.

Para as características produtividade comercial, total e não comercial e raízes longas, a época 2 (2014) foi superior à época 1 (2013), com exceção das raízes curtas (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores médios de produtividade comercial (PC), total (PT), refugo (PNC), raízes longas (LONGA) e curtas (CURTA) de cenoura em função de épocas de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2013/2014.

Época	PC (t ha <sup>-1</sup> )	PT (t ha <sup>-1</sup> )	PNC (t ha <sup>-1</sup> )	LONGA(%)	CURTA (%)
1	18,36 b	19,29 b	1,22 b	8,82 b	29,63 a
2	22,69 a	25,68 a	2,99 a	18,55 a	24,79 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A altura de planta e matéria seca da parte aérea aumentou de forma linear com o aumento das doses de nitrogênio, no experimento conduzido de junho a outubro de 2014, com o valor máximo de 36,78 cm (Figura 2A) e 5,17 g (Figura 2B), respectivamente, com a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N (150 %). No experimento conduzido de agosto a dezembro de 2013, o

comportamento foi quadrático atingindo uma altura máxima de 25,89 cm (Figura 2A) e para matéria seca da parte aérea o comportamento foi linear sendo o valor máximo de 2,08 g (Figura 2B) com as seguintes doses de 112 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente. Na época 2, as plantas atingiram maior altura e massa seca da parte aérea em relação às plantas da época 1. Esse efeito pode ser atribuído às condições climáticas favoráveis da época de plantio, temperatura e precipitação pluviométrica, pois a cenoura possui melhor desempenho em condições de temperaturas amenas e maior disponibilidade de nitrogênio, que promove o desenvolvimento da parte aérea, aumentando de forma significativa a matéria seca.

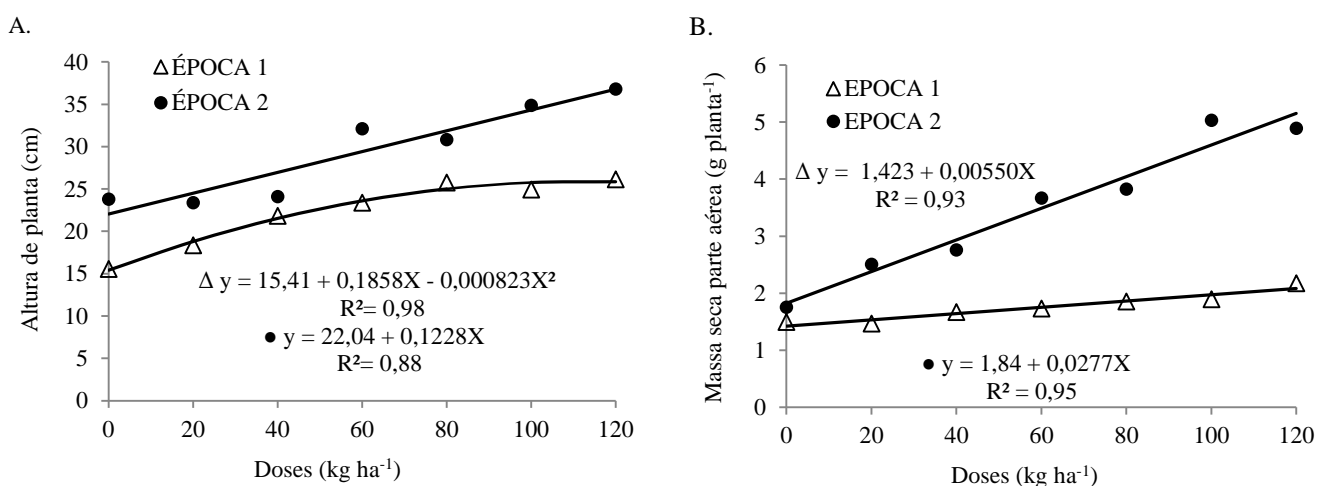


Figura 2. Altura de planta (A) e massa seca da parte aérea (B) de cenoura em função de doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2013/2014.

Segundo Prado (2009), o nitrogênio é um dos principais nutrientes responsáveis pelo desenvolvimento das plantas, pois influencia diretamente a expansão celular e a taxa fotossintética, sendo o mais exigido pelas maioria das hortaliças.

Bruno et al. (2007), cultivando cenoura com adubação orgânica e mineral, utilizaram como tratamentos orgânicos, adubação verde (*crotalaria juncea* L., incorporada 25 dias antes da semeadura) e composto orgânico, associados à aplicação de biofertilizantes. Esses autores encontraram plantas mais altas nos tratamentos que continham adubação verde, com altura média aproximada de 28 cm, valor próximo aos obtidos neste trabalho nas plantas adubadas com adubo mineral.

Silva (2011), para a característica altura de plantas, obteve no cultivo de cenoura valores crescentes com as quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, porém, valores abaixo do referido trabalho. Provavelmente as quantidades de nutrientes no adubo verde utilizado não foram suficientes para o desenvolvimento da cultura, já que, de acordo com Filgueira (2008), o fornecimento de quantidades adequadas de nitrogênio favorece o



desenvolvimento vegetativo da cultura, expande sua área fotossintética ativa e eleva seu potencial produtivo.

De acordo com Fernández et al. (1994), o nitrogênio influencia não apenas a taxa de expansão como também a divisão celular determinando, assim, o tamanho final das folhas, o que faz com que o N seja um dos fatores determinantes da taxa de acúmulo de biomassa.

Resultados similares foram obtidos quando plantas de cenoura foram submetidos à adubação com 15 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, havendo taxa de produção de matéria seca crescente em todo o ciclo de cultivo (TEÓFILO et al., 2009).

Quando se avaliou a matéria seca da raiz, observou-se comportamento linear na época 1, sendo o valor máximo de 6,72 g na dose 120 kg ha<sup>-1</sup>. Já na época 2 apresentou um comportamento quadrático, atingindo valor máximo, 12,04 g, na dose 120 kg ha<sup>-1</sup> da dose recomendada (Figura 3). Avaliando essa característica dentro de cada época de plantio, observa-se que a época 2 se mostrou superior à época 1. Esse efeito pode estar relacionado com as temperaturas e precipitação pluviométrica ocorridas durante a implementação dos experimentos. Para a cenoura cultivada no período de agosto a dezembro de 2013, durante todo o desenvolvimento das plantas, a temperatura média foi de 27,8°C e precipitação pluviométrica acumulada de 4,06 mm, e no cultivo de maio a outubro de 2014, estas foram em torno de 27,5°C e 189,22 mm de chuva acumulada.

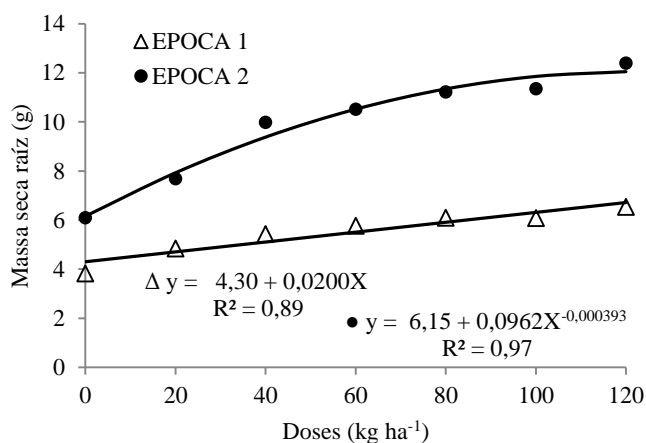


Figura 3. Massa seca de raiz de cenoura em função de doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2013/2014.

Segundo Vieira et al. (1997), as temperaturas de 10 a 15°C são ideais à formação de raízes de cenoura, mas há cultivares que apresentam desenvolvimento de raiz satisfatório sob temperaturas de 18 a 25°C. Temperaturas acima de 30°C reduzem o ciclo vegetativo das plantas e afetam o desenvolvimento das raízes e a produtividade. A temperatura é o fator climático mais importante para a produção de raízes.

Oliveira et al. (2006), avaliando o acúmulo e exportação de nutrientes em cenoura, no município de Mossoró-RN, constataram participação muito elevada das folhas, 48% no total de matéria seca acumulada pela cultivar ‘Brasília’, o que pode ser atribuído às altas temperaturas, que são desfavoráveis ao crescimento de raiz, pois temperaturas que favorecem o alongamento da raiz variam de 10 a 20°C (SOUZA et al., 2002; FINGER et al., 2005).

Para a característica teor de N na folha diagnóstica na época 1, observou-se comportamento linear crescente, atingindo valor máximo de 28,91 g kg<sup>-1</sup> na dose 120 kg ha<sup>-1</sup>. Na época 2, observou-se comportamento quadrático, atingindo um valor máximo de 21,09 g kg<sup>-1</sup> na dose 87,90 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 4).

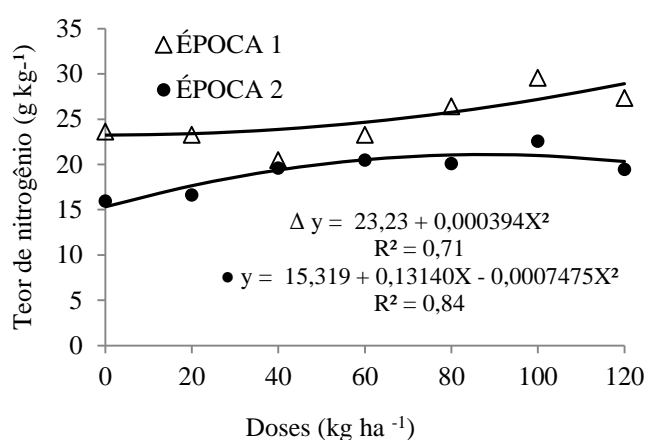


Figura 4. Teor de N na folha diagnóstica de cenoura em função das doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2013/2014.

A diminuição do teor N na época 2 deve-se provavelmente a um efeito de diluição da concentração desse nutriente nas folhas devido à expansão foliar, também pelo fato de esse período em que foi feita a análise ser o início do desenvolvimento das raízes. Assim, pode ter ocorrido translocação desse nutriente da parte aérea para a raiz. Já para a época 1, não foi observado esse declínio no teor de N. Possivelmente o crescimento da planta pode ter sido mais lento do que a época 2, devido às plantas estarem submetidas a condições de temperatura mais elevada. O nitrogênio (N) é um dos nutrientes de maior impacto na produtividade das culturas, por estar relacionado diretamente à fotossíntese e ao crescimento do compartimento vegetativo da planta (YIN et al., 2003).

Os efeitos edafoclimáticos da área de cultivo da cenoura são muito importantes na assimilação do nitrogênio pela planta. Na cultura da beterraba, a eficácia do nitrogênio está relacionada com o tipo de solo, temperatura ambiente, época e forma de aplicação e a fonte de nitrogênio (TRANI et al., 1993).

A maior porcentagem de raízes longas foi de 17,19%, obtida com a aplicação de 77 kg ha<sup>-1</sup> de N, apresentando em seguida redução com o aumento da quantidade de N (Figura 5).

Em concentrações elevadas no solo, após a fertilização, a absorção do íon de nitrogênio pelas raízes pode exceder a capacidade de uma planta em assimilá-lo, afetando de forma negativa a produção de raiz. Segundo Guimarães et al. (2002), correlação positiva entre massa fresca da parte aérea e produtividade tem sido constatada em tuberosas. Entretanto, essa afirmativa é verdadeira apenas dentro de certos limites, pois nem sempre crescimento de parte aérea acarreta aumento de produtividade.

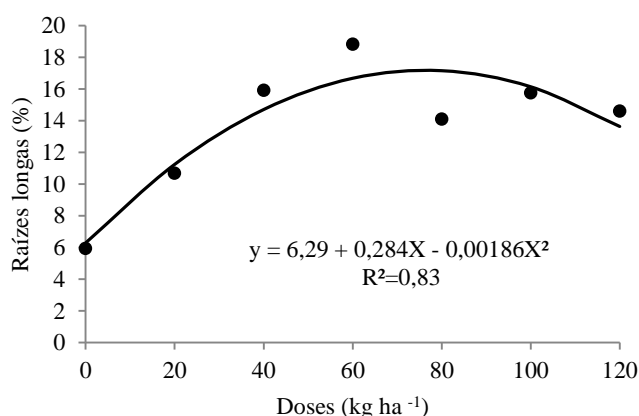


Figura 5. Porcentagem de raízes longas de cenoura em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró-RN, UFERSA, 2013/2014.

Lopes et al. (2008), trabalhando com cultivares Brasília, Esplanada e Alvorada sob diferentes densidades de plantio, verificaram que a quantidade de raízes longas representou 13,85%, valor inferior ao encontrado neste trabalho. Bezerra Neto et al. (2011), trabalhando com a otimização agrônômica da cenoura fertilizada com diferentes doses de jirirana, observaram que 56,96% dessas raízes foram do tipo longa, valor superior ao encontrado no presente trabalho.

Para a característica porcentagem de raízes médias, observa-se comportamento quadrático para ambas as épocas, com valores máximos de 54,45 e 28,91%, utilizando 89,61 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N para as épocas 1 e 2, respectivamente (Figura 6). Nesta característica, a época 1 apresentou-se superior à época 2, devido à baixa produção de raízes longas na mesma. Infere-se que durante o período de desenvolvimento do experimento as condições de temperatura tenham afetado a produção de raízes, já que temperaturas maiores que 21°C favorecem o encurtamento de raízes. Além do efeito da temperatura sobre o crescimento das

raízes de cenoura, a cultivar Brasília tem como característica uma predominância de raízes de tamanho médio (EMBRAPA, 2000).

Lopes et al. (2008), trabalhando com cultivares Brasília, Esplanada e Alvorada sob diferentes densidades de plantio, verificaram que 32,31%, das raízes foram classificadas como médias, valor inferior ao encontrado neste trabalho na época 1 de cultivo.

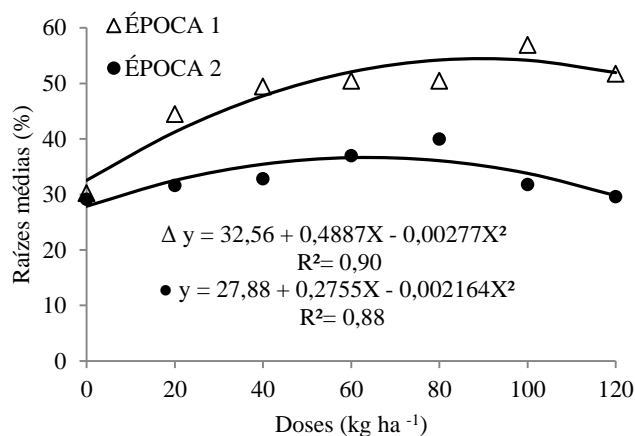


Figura 6. Porcentagem de raízes médias de cenoura em função de doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2013/2014.

A maior porcentagem de raízes curtas foi de 37,49%, obtida com a aplicação de 0 kg ha<sup>-1</sup> de N, apresentando uma redução dessa característica de acordo como aumento da dose (Figura 7). Esse efeito pode estar associado à falta de adubação nitrogenada durante o ciclo da cultura.

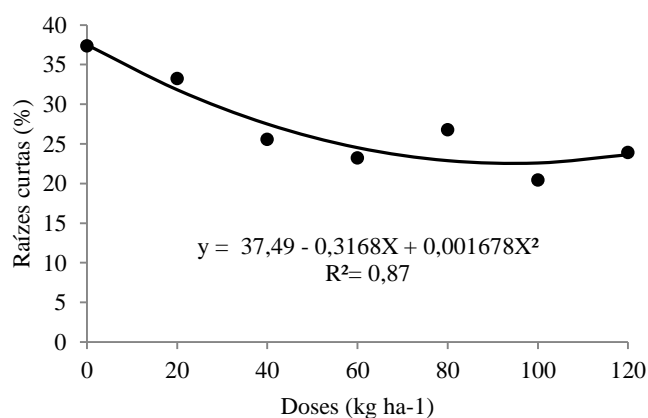


Figura 7. Porcentagem de raízes curtas de cenoura em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró-RN, UFERSA, 2013/2014.

A ausência de N no início do ciclo da cenoura compromete o tamanho e diâmetro da raiz, sendo este comprometimento irreversível (OGAWA et al., 1984), corroborando com os resultados obtidos na dose zero de nitrogênio. Os autores também relataram que desde a fase inicial de crescimento da raiz ocorre aumento no número e diâmetro das células. A ausência de N compromete tanto o número quanto o diâmetro, sendo que com uma suplementação extra de N, após o primeiro terço do ciclo da cultura, a planta conseguia recuperar o número de células de uma planta normal (com N disponível ao longo de todo o ciclo). Entretanto, o diâmetro das células já prejudicadas não era recuperado, alterando o tamanho e diâmetro da raiz.

Concluíram que, apesar da pequena demanda por N pela planta na sua fase inicial, uma deficiência nesta fase comprometia irremediavelmente o crescimento da raiz. Pelos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se supor que tenha ocorrido algo semelhante.

Para a produtividade comercial, o maior valor foi obtido com a aplicação de 81 kg ha<sup>-1</sup> de N, sendo de 25,26 t ha<sup>-1</sup> (Figura 8), apresentando um comportamento quadrático em função das doses crescente do fertilizante, não apresentando a máxima produtividade com a maior dose, visto que o nitrogênio em excesso pode favorecer sobremaneira a formação da parte aérea, conseqüentemente diminuindo a formação de raízes comerciais, além de propiciar um microclima favorável ao desenvolvimento de pragas e doenças.

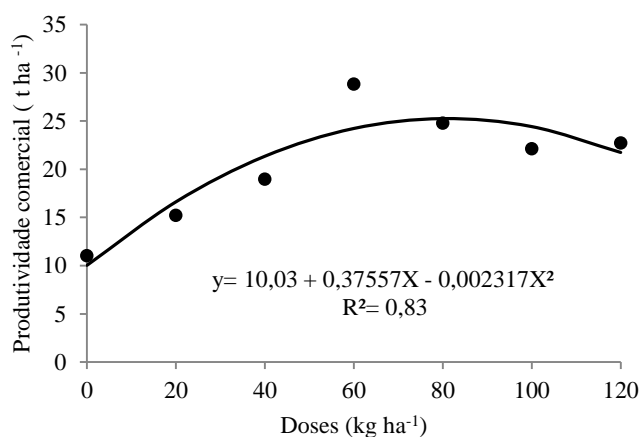


Figura 8 - Produtividade comercial de raízes de cenoura em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Nas hortaliças de raiz tuberosa, a utilização do nitrogênio merece atenção especial, pois seu excesso causa crescimento desordenado da parte aérea, em detrimento da formação de raízes tuberosas (CHAVES; PEREIRA, 1985). Portanto, utilizar doses excessivas de nitrogênio, acima daquelas responsáveis pelos máximos valores de produção, pode ser

prejudicial à formação de raízes comerciais (OLIVEIRA et al., 2006). Resultados semelhantes foram também obtidos por Coelho et al. (2010) utilizando doses de nitrogênio na batata (*Solanum tuberosa*).

A maior produtividade não comercial de raízes (refugo) foi de 17,19 t ha<sup>-1</sup>, diminuindo com o aumento da dose e logo em seguida aumentando, com crescente aumento da dose (Figura 9).

A falta de nitrogênio disponível no solo ocasiona deficiência na planta, ao passo que seu excesso provoca maior quantidade de raízes com defeitos (rachadas), afetando negativamente o crescimento. Por outro lado, a aplicação desse mineral em doses elevadas proporciona o crescimento excessivo da parte aérea vegetal em detrimento da translocação e alocação de assimilados nas raízes, reduzindo a produtividade comercial (AQUINO et al., 2006; GRANGEIRO et al., 2007).

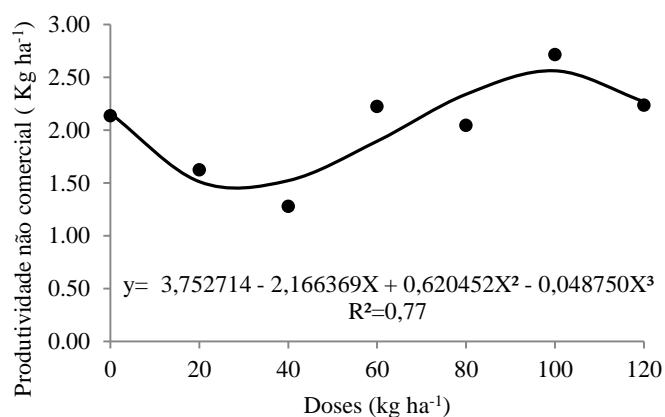


Figura 9 - Produtividade não comercial de raízes de cenoura em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Em cenoura, Bienz (1965) relatou que geralmente raízes maiores tendem a rachar mais e que espaçamento amplo e pesadas adubações nitrogenadas, principalmente no início do ciclo da cultura, favorecem a ocorrência deste distúrbio. Huett (1989) verificou redução de produtividade em várias hortaliças, em função de doses elevadas de N.

Neto et al. (2011), trabalhando com a otimização agrônômica da cenoura fertilizada com diferentes doses de jitrana, observaram que 5,87% das raízes foram do tipo refugo, valor inferior ao encontrado no presente trabalho.

Para a produtividade total, o maior valor foi obtido com a aplicação de 85 kg ha<sup>-1</sup> de N da dose recomendada, sendo de 27,45 t ha<sup>-1</sup> (Figura 10). O crescente aumento da dose nitrogenada favoreceu a produção total de raízes até 85 kg ha<sup>-1</sup> de N, apresentando um declínio da produção de raiz com seu aumento.

Quando utilizado em excesso, o nitrogênio pode favorecer o crescimento vegetativo da planta em detrimento da formação de raízes comerciais. Também pode ocorrer efeito tóxico do amônio e da baixa taxa de nitrificação ou devido ao efeito indireto do amônio, como observado na cultura da batata-doce por Oliveira et al. (2005).

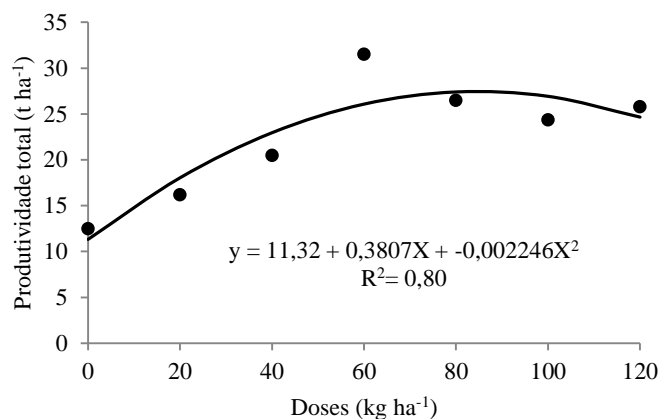


Figura 10- Produtividade total de raízes de cenoura em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Bruno et al. (2009), utilizando diferentes dosagens de adubo mineral e sua associação com adubos orgânicos em cultivar Brasília, verificaram maiores produtividades na medida em que aumenta a dosagem do fertilizante químico até 200L/há. Estes autores encontraram, porém, ajuste quadrático para os dados, indicando que maiores doses não resultaram em maior produtividade, resultado semelhante ao encontrado neste trabalho.

A maior produtividade total da cultivar testada neste trabalho encontra-se abaixo daquela encontrada por Resende & Cordeiro (2007), em Petrolina, PE, que, ao trabalhar com a cultivar Brasília em função da qualidade da água e condicionamento de solo encontraram, para esta cultivar, produtividade total média de 82.000,3 kg ha<sup>-1</sup>. Trabalhando com diferentes densidades populacionais para as cultivares Brasília, Alvorada e Esplanada, Lopes et al. (2008) encontraram produtividade total média de 39.000, 32.000 e 31.000 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

## 5. CONCLUSÕES

A maior produtividade comercial foi de 25,3 t ha<sup>-1</sup>, com 81 kg ha<sup>-1</sup> de N da dose recomendada.

O experimento conduzido no período de junho a outubro de 2014 proporcionou maior quantidade de raízes longas quando comparado ao cultivo realizado entre agosto e setembro de 2013.

A dose de N recomendada na literatura para a cenoura proporcionou melhor rendimento.

O plantio na estação outono-inverno proporcionou maior produtividade, com maior porcentagem de frutos longos.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL, 2004. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2004.

AQUINO, L. A.; PUIATTI, M.; PEREIRA, P. R. G.; PEREIRA, F. H. F.; LADEIRA, I. R.; CASTRO, M. R. S. Produtividade, qualidade e estado nutricional da beterraba de mesa em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 199-203, 2006.

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F. Fontes e métodos de aplicação de nitrogênio em feijoeiro Irrigado submetido a três níveis de acidez do solo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p. 785-792, 2004.

BEZERRA NETO, F. et al. Otimização agroeconômica da cenoura fertilizada com diferentes doses de jiterana. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, p. 305-311, 2011.

BIENZ, D. R. Carrot splitting times of sidedressing and other cultural practices. *Proceedings of American Society for Horticultural Science*, v. 86, p. 406-410, 1965.

BRUNO, R. L. A. et al. Produção e qualidade de sementes e raízes de cenoura cultivada em solo com adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 02, p. 170-174, 2007.

BRUNO, R. L. A.; VIANA, J. S.; SILVA, V. F. et al. Produtividade de sementes e raízes de cenoura cultivada em solo com adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 170-174, 2009.

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

CEPEA. **Laboratório de informação**. 2010. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/rrs.php>>. Acesso em: 13 nov. 2013.

CHAVES, L. H. G.; PEREIRA, H. H. G. **Nutrição e adubação de tubérculos**. Campinas: Fundação Cargill, 1985.

COELHO, F. S. et al. Dose de nitrogênio associada à produtividade de batata e índices do estado de nitrogênio na folha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, p. 1175-1183, 2010.

EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SID. 1999.

EMBRAPA. Cultivo da cenoura (*Daucus Carota L.*): EMBRAPA Hortaliças, Brasília, 2000. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/cenoura/>>. Acesso em: 10 ago. 2014.

EMBRAPA Hortaliças (2006). Produção de hortaliças no Brasil, 1980-2004. Disponível em: <[http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortaliças\\_em\\_números/planilhas\\_2004/produção\\_do\\_brasil-004.htm](http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortaliças_em_números/planilhas_2004/produção_do_brasil-004.htm)>. Acesso em: 08 ago. 2014.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, Gama, DF. 2013. Disponível em: <[http://www.cnpq.embrapa.br/paginas/hortalicas\\_em\\_numeros/hortalicas\\_em\\_numeros.htm](http://www.cnpq.embrapa.br/paginas/hortalicas_em_numeros/hortalicas_em_numeros.htm)>. Acesso em: 03 ago. 2013.

FERNÁNDEZ, S.; VIDAL, D.; SIMÓN, E.; SUGRAÑES, L. Radiometric characteristics of *Triticum aestivum* cv. Astral under water and nitrogen stress. **International Journal of Remote Sensing**, London, v. 15, n. 9, p. 1867-1884, 1994.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2008.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2 ed. Viçosa, MG: UFV, 2003.

FINGER, F. L.; DIAS, D. C. F. S.; PUIATTI, M. Cultura da cenoura. In: FONTES, P. C. R. (org.). **Olericultura**: teoria e prática. Viçosa: Departamento de Fitotecnia/Setor de Olericultura, 2005. p. 371-384.

FREITAS, F. C. L.; ALMEIDA, M. E. L.; NEGREIROS, M. Z.; HONORATO, A. R. F.; MESQUITA, H. C.; SILVA, S. V. O. F. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da cenoura em função do espaçamento entre fileiras. **Planta Daninha**, v. 27, p. 473-480, 2009.

FONTES, P. C. R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa: UFV, 2001.

GRANGEIRO, L. C.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, B. S.; AZEVÊDO, P. E.; OLIVEIRA, S. L.; MEDEIROS, M. A. Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 267-273, 2007.

GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; MINAMI, K. Métodos de produção de mudas, distribuição de matéria seca e produtividade de plantas de beterraba. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 505-509, 2002.

HUETT, D. O. **Effect of nitrogen on the yield and quality of vegetables**. **Acta Horticulture**, v. 247, p. 205-209, 1989.

HOFFMANN, C. M.; MÄRLÄNDE, B. Composition of harmful nitrogen in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) amino acids, betaine, nitrate as affected by genotype and environment. **European Journal of Agronomy**, v. 22, p. 255-265, 2005.

LARCHER W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2004.

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

LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SOUZA, R. B.; SALOMÃO, L. C. C.; CRUZ, C. D. Acúmulo de macronutrientes em frutos de cafeeiros em Viçosa-MG. In: Simpósio de pesquisa dos cafés do Brasil, 5., Águas de Lindóia. **Anais**. Águas de Lindóia, 2007.

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 sob diferentes densidades de plantio. **Revista Ceres**, v. 55, n. 5, p. 482-487, 2008.

LUZ, J. M. Q.; SILVA JÚNIOR, J. A.; TEIXEIRA, M. S. S. C.; SILVA, M. A. D.; SEVERINO, G. M.; MELO, B. Desempenho de cultivares de cenoura no verão e outono-inverno em Uberlândia-MG. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 096-099, 2009.

MACHADO, L. O. **Adubação Nitrogenada**. Uberlândia: UFU, 2002.

MACK, H. J. Effects of nitrogen, boron and potassium on deficiency, leaf mineral concentrations, and yield of table beets (*Beta vulgaris* L.). **Communications In Soil Science Plant Analysis**, v. 20, p. 291-303, 1989.

MADEIRA, T. A.; FURLANI JUNIOR, E.; SANTOS, D. M. A.; MARTINS, L. E. C.; FERRARI, S.; ALPE, V. Avaliação da altura de plantas e número de ramos produtivos de acordo com aplicação de doses crescentes em três épocas. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas cafeeiras. **Anais** 33, Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, p. 318-319. 2007.

MALAVOLTA, E. Pesquisa com nitrogênio no Brasil, passado, presente e perspectivas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE NITROGÊNIO EM PLANTAS, *Anais...* Itaguaí: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal. p. 89-177. 1990.

MALAVOLTA, E.; GOMES, F. P.; ALCARDE, J. C. **Adubos e Adubações**. São Paulo: Nobel, 2002.

MARSCHNER H. **Mineral nutrition of higher plant**. New York: Ac. Press, 1995.

MENEGAZZO, T. M. Cenoura. **Revista Hortifruti Brasil**, Ano 9, n. 93, p. 25, 2010.

MÜLLER, J. J. V. Aspectos do armazenamento de cenoura (*Daucus carota* L.). In: MÜLLER, J. J. V.; CASALI, V. W. D. (org.). **Seminários de Olericultura**. Viçosa: Imprensa Universitária, v. 5, 1982. p. 1-25.

OGAWA, T.; KAWASAKI, E.; KATO, N.; SATO, T. **Cultura da cenoura**. Tokio: Ed. Nosangyson Bumba Kyokai, 1984.

OLIVEIRA, A. P. et al. Rendimento e qualidade de raízes de batata-doce adubada com níveis de uréia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 925-928, 2005.

OLIVEIRA, C. D.; BRAZ, L. T.; BANZATTO, D. A. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de cenoura. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 743-748, 2005.

OLIVEIRA, R. A. et al. Acúmulo e exportação de nutrientes em cenoura. 2006. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 24, n. 2, suplemento CDROM, 2006.

OLMEDO, P. M.; MURILLO, J. M.; CABRERA, F.; LÓPEZ, R. Sugarbeet (*Beta vulgaris*) response to residual soil N under Mediterranean agronomic practices. **Journal of Agricultural Science**, v. 132, p. 273-280, 1999.

PÁDUA, J. G.; CASALI, V. W. D.; PINTO, C. M. F. Efeitos climáticos sobre a cenoura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 120, p. 15-16, 1984 b.

- PRADO, R. M. **500 Perguntas e respostas sobre nutrição de plantas**. Jaboticabal: FCAV/GENPLANT, 2009.
- PREZOTTI, L. C. Fertilização do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (org.). **Tecnologias de produção de café com qualidade**. Viçosa: UFV, 2001. p. 607-615.
- RATH, S.; XIMENES, M. I. N.; REYES, F. G. R. Teores de nitrato e nitrito em vegetais cultivados no Distrito Federal: um estudo preliminar. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 54, p. 126-130, 1994.
- REGHIN, M. I.; DUDA, C. Efeito da época de semeadura em cultivares de cenoura. **Ciências Exatas e da Terra, Ciência Agrárias e Engenharias**, v. 6, n. 1, p. 103-114, 2000.
- RESENDE, F. V.; SOUZA, L. S.; OLIVEIRA, P. S. R.; GUALBERTO, R. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 29, n. 1, p. 100-105, jan./fev. 2005.
- RESENDE, G. M.; CORDEIRO, G. G. Produtividade da cenoura em função da qualidade da água e condicionador de solo no Vale do São Francisco. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 20, n. 1, p. 100-104, jan./mar. 2007.
- SEXTON, P.; CARROL, J. Comparison of SPAD chlorophyll meter readings vs. petiole nitrate concentration in sugarbeet. **Journal of Plant Nutrition**, v. 25, p. 1975-1986, 2002.
- SHOCK, C. C.; SEDDIGH, M.; SAUNDERS, L. D.; STIEBER, T. D.; MILLER, J. Sugarbeet nitrogen uptake and performance following heavily fertilized onion. **Agronomy Journal**, v. 92, p. 10-15, 2000.
- SILVA, V. V. **Efeito do pré-cultivo de adubos verdes na produção orgânica de brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) em sistema de plantio direto**. 2002. 86p. Dissertação. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2002.
- SILVA, M. G.; ARF, O.; SÁ, M. E.; RODRIGUES, R. A. F.; BUZETTI, S. Nitrogen fertilization and soil management of winter common bean crop. **Scientia Agrícola**, n. 61, p. 307-312, 2004.
- SILVA, M. L.; SANTOS, A. P.; LINHARES, P. C. F.; BEZERRA NETO, F.; BEZERRA, A. K. H.; FERNANDES, P. L. O. Quantidades e tempos de incorporação de flor-de-seda incorporada ao solo na produtividade do coentro. Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia, Fortaleza, v. 6, n.2, 2011.
- SOUZA, R. J. et al. Cultura da cenoura. Lavras: Editora UFLA, 2002. 68p. (Textos Acadêmicos, 22).
- SOUZA, J. L.; RESENDE, P. O. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2003.
- SOUZA, A. F. et al. Sistema de Produção da EMBRAPA hortaliças, DF. 2008. Disponível em: <systemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/cenoura>. Acesso em: 20 mar. 2014.

YIN, X.; LANTINGA, E. A.; SHAPENDONK, H. C. M.; ZHONG, X. Some quantitative relationships between leaf area index and canopy nitrogen content and distribution. **Annals of Botany**, v. 91, p. 893-903, 2003.

TEÓFILO, T. M. S. et al. Crescimento de cultivares de cenoura nas condições de Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 168-174, 2009.

TRANI, P. E.; FORNASIER, J. B.; LISBÃO, R. S. Nutrição e adubação da beterraba. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C.P. (org.). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Associação Brasileira para pesquisa potassa e do fosfato, 1993. p. 429-446.

VIEIRA, J. V.; MAKISHIMA, N. Cultivo da Cenoura. Brasília: CNPH, 2000 (Sistema de Produção, 2).

VIEIRA, J. V.; PESSOA, H. B. V. Cultivo da cenoura: Clima. Instruções Técnicas da Embrapa Hortaliças. Brasília: EMBRAPA, 1997. 1p.

ZABINI, A. V.; CARVALHO, M. L.; BARBOSA, C. M. Adubação do cafeeiro com nitrogênio de liberação gradual em lavouras de 1º ano na região das Matas de Minas. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas cafeeiras. **Anais** 34, Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, p. 226-227. 2008.

WINZER, T.; LOHAUS, G.; HELDT, H. W. Influence of phloem transport, N-fertilization and ion accumulation on sucrose in the taproots fodder beet and sugar beet. **Journal of Experimental Botany**, v. 47, p. 863-870, 1996.

## APÊNDICE

Tabela 4. Contribuição das características % de raízes médias (% RM), massa seca da parte aérea (MSPA), altura (ALT), massa seca da raiz (MSR) e teor de nitrogênio (N) em função de doses de nitrogênio nas épocas 1 e 2, avaliadas em Mossoró-RN nos anos de 2013-2014. Mossoró-RN, UFERSA, 2013-2014.

Variáveis	Época	Doses de nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> )						
		0	20	40	60	80	100	120
% RM	1	30,27 a	44,49 a	49,44 a	46,77 a	48,71 a	56,97 a	51,75 a
	2	29,14 a	31,67 b	32,85 b	37,03 b	39,98 b	31,80 b	36,79 b
MSPA	1	1,49 a	1,47 b	1,67 a	1,73 b	1,85 b	1,89 b	2,17 a
	2	1,75 a	2,50 a	2,76 a	3,67 a	3,82 a	5,03 a	4,89 a
ALT	1	15,56 b	18,37 b	21,81 a	23,38 b	25,75 b	24,91 b	26,15 b
	2	23,78 a	23,38 a	24,09 a	32,12 a	30,81 a	34,87 a	36,80 a
MSR	1	3,82 b	4,84 b	5,43 b	5,77 b	6,09 b	6,07 b	6,53 b
	2	6,09 a	7,68 a	9,98 a	10,51 a	11,22 a	11,35 a	12,39 a
N	1	23,63 a	23,28 a	20,48 a	23,28 a	26,43 a	29,58 a	27,35 a
	2	19,78 b	16,63 b	19,60 a	20,48 a	18,20 b	22,38 b	20,30 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.