



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: AGRICULTURA TROPICAL

DISSERTAÇÃO

**FONTES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM
CENOURA**

DIEGO ALMEIDA MEDEIROS

AREIA-PB
2015



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: AGRICULTURA TROPICAL

FONTES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM
CENOURA

DIEGO ALMEIDA MEDEIROS

Prof. Dr. Ademar Pereira de Oliveira
Orientador

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, na área de concentração em Agricultura Tropical, para cumprimento às exigências para obtenção do título de “**Mestre em Agronomia**”.

AREIA-PB
2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

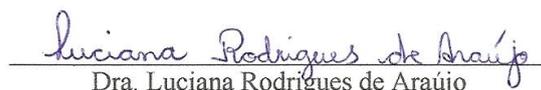
FONTES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM
CENOURA

AUTOR: DIEGO ALMEIDA MEDEIROS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora:


Prof. Dr. Ademar Pereira de Oliveira
Orientador - CCA/UEPB


Prof. Dr. Leossávio Cesár de Souza
Examinador - CCA/UEPB


Dra. Luciana Rodrigues de Araújo
Examinadora - CCA/UEPB

Data da realização: 19 de agosto de 2015

Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. Ademar Pereira de Oliveira
Orientador

Dedico

À Deus, por ser meu guia em mais uma etapa bem sucedida de minha vida.

Aos meus pais Maria dos Remédios Almeida e Antonio Medeiros de Sousa, pelo amor incondicional e incentivo constante aos estudos sem pressões, pela educação exemplar desde a infância e pela preocupação em sempre oferecer o melhor para a família.

Aos meus irmãos Rafael Almeida Medeiros e Thiago Almeida Medeiros pela amizade e respeito. Aos meus filhos Rebeca Maria de Souza Almeida e Davi “*in memorian*” por motivarem a sempre buscar o melhor. A minha esposa Jozenia F. de Souza pelo companheirismo e amor.

Oferecimento

Aos meus Amigos que sempre foram irmãos: Jefferson Alves Dias, Edgley Soares da Silva, Jardélio Paulo Malaquias e Altamiro Oliveira de Malta, agradeço por suas amizades e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela Sua presença constante em minha vida, iluminando meu caminho, dando-me força, coragem e saúde para seguir em frente e que me capacitou e viabilizou a execução desse trabalho bem sucedido, colocando em meu caminho pessoas maravilhosas, que contribuíram para o meu crescimento.

Aos meus avós, “*in memorian*” Francisca Almeida e Antonio Jeronimo pelas experiências transmitidas.

Aos meus tios Nonato Jerônimo, Maria de Fátima e Maria Marta, Tadeu Jerônimo, José Jerônimo (pelos quais tenho grande carinho e admiração).

Ao orientador, professor Dr. Ademar Pereira de Oliveira pela competente orientação durante esse e outros trabalhos e por suas valiosas contribuições, além de toda confiança e credibilidade a mim atribuídas.

A coordenadora do programa Pós-Graduação em Agronomia, Luciana Cordeiro do Nascimento e a vice-coordenadora, Edna Ursulino Alves.

A secretária do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Eliane Araújo, por toda ajuda nos momentos de dúvidas;

A CAPES pela concessão da bolsa;

Aos funcionários da Chã de Jardim, pelo apoio, comprometimento e muita dedicação na condução dos trabalhos;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, por todo ensinamento, dedicação e todos os conhecimentos transmitidos;

Aos Professores: Djail Santos, Juarez Firmino, Francisco Júnior, Leossávio, Heloisa Helena, Lourival, Silvanda, Anita, Ivandro, Patrícia, Rodrigo, Reinaldo e demais que contribuíram significativamente para o aprimoramento de minha formação acadêmica, política e social.

Aos amigos do CCA: Samuel, Begna, Kennedy, Márcio, Severino, Tiago, Netto Senna, Otto, Daniel Junior, Pedro, Vinicius, Tatiane, Erikson (King), Wendel, Rosieudo Leite, Renan, Cassio, Itacy, Ovídeo Paulo, Aline Menezes Anderson Franciezer e Helder e demais, pela oportunidade de trocar experiências e aprender com todos vocês, pelo carinho e companheirismo durante minha vida acadêmica,

E finalmente, a todos aqueles que direto ou indiretamente participaram e contribuíram para a minha formação profissional. Muito Obrigado !!!

”Tome um mapa, acompanhe o meu roteiro

O Sertão está hoje desgraçado

O Bioma da caatinga, devastado

Onde era o reinado do vaqueiro

É palco do moderno motoqueiro

O forró já perdeu o seu lugar

Pras guitarras elétricas d`além mar

Amputando o espírito do baião

Sucedeu também isso no Sertão

Poderá, Zé Limeira, lhe explicar”

José de Souza

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados climáticos registrados no período do trabalho.

Tabela 2. Características químicas e físicas do solo da área experimental. CCA-UFPB, Areia-PB, 2014.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para comprimento (CR), diâmetro médio (DM), e massa média (MM) de cenoura. Areia, CCA/UFPB, 2015.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para, número comercial (NCR), produtividades total e comercial (PTR e PRC) de cenoura. Areia, CCA/UFPB, 2015.

Tabela 5. Resumo da análise de variância para, nitrogênio, fósforo e potássio foliar (N P K) de cenoura. Areia, CCA/UFPB, 2015.

Tabela 6. Comprimento (CR), Diâmetro (DM) e Massa média (MM) de cenoura, em função de fontes e épocas de aplicação de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia-PB, 2014.

Tabela 7. Número comercial (NCR), Produtividades total e Comercial (PTR e PRC) de cenoura, em função de fontes e épocas de aplicação de nitrogênio. CCA-UFPB, 2015.

Tabela 8. Teores de foliar de N, P e K em cenoura, em função de fontes e épocas de aplicação de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia-PB, 2015.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	IX
RESUMO	X
ABSTRACT	XI
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Aspectos gerais da espécie	4
2.2 Importância socio-econômica.....	6
2.3 Nitrogênio.....	8
2.4 Fontes de nitrogênio	9
2.5 Parcelamento de nitrogênio em hortaliças.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1. Características avaliadas.....	14
3.1.1 Diâmetro e comprimento de raízes.....	14
3.1.2 Massa média de raízes comerciais.....	14
3.1.3 Número comercial de raízes	14
3.1.4 Produtividade total e comercial de raízes	14
3.1.5 Teor de N, P e K na folha	14
3.2. Análise estatística	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1. Generalidades	17
4.2. Comprimento e Diâmetro de raízes	18
4.3. Massa média de raízes	19
4.4. Número comercial de raízes	21
4.5. Produtividade total e comercial de raízes	23
4.6. Teores de N, P, K foliar.....	25
5. CONCLUSÕES	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

MEDEIROS, D.A. **Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em cenoura**. Areia-PB, 2015. 40 F. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Programa de Pós-graduação em Agronomia. Área de concentração: Agricultura Tropical. Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO

A cenoura é uma hortaliça de importância mundial, pela extensão de área cultivada e por proporcionar desenvolvimento socioeconômico dos produtores rurais. O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o comportamento da cenoura submetida às fontes e épocas de aplicação de nitrogênio. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, em esquema fatorial 7 x 2, com três repetições. Os tratamentos foram representados pelos seguintes parcelamentos (100% no plantio; 100% aos 30 dias após o plantio (DAS); 100% aos 60 DAS; 50% no plantio e 50% aos 30 DAS; 50% no plantio e 50% aos 60 DAS; 50% aos 30 e 50% aos 60 DAS; 33% no plantio 33% aos 30 e 33% aos 60 DAS e duas fontes de nitrogênio (uréia e sulfato de amônio). Cada parcela experimental mediu 2,0 x 1,0 m e foi composta por 160 plantas, espaçadas de 25 x 5,0 cm, sendo todas consideradas úteis. Foram avaliadas as seguintes variáveis: comprimento, diâmetro, massa média, número comercial, produtividade total, comercial de raízes, nitrogênio, fósforo e potássio foliar. O comprimento de raízes não foi alterado pelos tratamentos e o diâmetro apresentou menor valor (27,91mm), na fonte uréia fornecida 100% no plantio. A massa média de raízes foi superior no parcelamento 33% no plantio 33% aos 30 e 33% aos 60 DAS, 166 e 189 g, respectivamente nas fontes sulfato de amônio e uréia. Para número comercial de raízes houve efeito significativo apenas para a fonte sulfato de amônio, elevando o número quando o parcelamento foi 100% aos 30 e 100% aos 60 DAS. O parcelamento 33% no plantio 33% aos 30 e 33% aos 60 DAS proporcionou a maior produtividade comercial de raízes 89,83 t ha⁻¹ e aplicação 100% no plantio maior produtividade total de raízes 110 t ha⁻¹. O teor de N foliar apresentou maior acúmulo quando o nitrogênio parcelado 50% aos 30 e 50% aos 60 DAS para sulfato de amônio 41,12 g kg⁻¹, para uréia obteve maior valor quando aplicado 100% aos 60 DAS, 42,00 g kg⁻¹. A aplicação de 100% aos 30 DAS proporcionaram os maiores teores foliares de fósforo 3,40 e 2,90 g kg⁻¹. Os teores de potássio nas folhas não obteve efeito significativo quando utilizou o sulfato de amônio, quando a fonte uréia obteve-se maior valor aplicando 100% no plantio. **Palavras-chave:** Adubação nitrogenada, *Daucus carota* L., Rendimento.

MEDEIROS, D.A. **Nitrogen fertilizer management for the carrot: Sources and epoch installment.** Areia - PB, 2015. 40 f. Dissertation (MSc in Agronomy). Graduate Program in Agronomy. Area of concentration: Tropical Agriculture. University Federal of Paraíba.

ABSTRACT

The carrot is a vegetable of global importance, the acreage extension and provide socio-economic development of farmers. The work was carried out between April and July 2014 at the Federal University of Paraíba, in order to assess the carrot behavior submitted to sources and nitrogen application times. The design experiments performed was randomized blocks in a factorial 2 x 7, with three replicates. The treatments were represented by the following nitrogen installments (100% in planting; 100% at 30 days after sowing (DAS), 100% at 60 DAS, 50% at sowing and 50% at 30 DAP, 50% at planting and 50 % at 60 DAS, 50% at 30 and 50% at 60 DAS;. 33% in planting 33% at 30 and 33% at 60 DAS and two nitrogen sources (urea and ammonium sulfate) Plots measured 2.0 . mx 1.0 m and consisted of 160 plants, spaced 25 x 5.0 cm, with all plants considered useful We evaluated the following variables: length, diameter, average weight, work number, total, commercial, nitrogen, phosphorus and potassium leaf. The root length was changed by the treatments and the diameter showed lower value (27.91 mm), supply urea provided 100% in planting. The average root mass was higher in installments 33% in planting 33% at 30 and 33% at 60 DAS, 166 and 189 g respectively in supplies of ammonium sulfate and urea. For commercial root number was no significant effect only for the source of ammonium sulfate, bringing the number when the installment was 100% at 30 DAS and 100% at 60 DAS. The 33% installment in planting 33% at 30 and 33% at 60 DAS provided the highest commercial yields of roots 89.83 t ha⁻¹ and 100% application at planting roots highest total productivity 110 t ha⁻¹. The leaf N content showed higher accumulation when nitrogen was divided 50% to 30 DAS and 50% at 60 DAS for ammonium sulfate 41.12 g kg⁻¹ for urea obtained the highest value when applied 100% to 60 DAS, 42 00 g kg⁻¹. The application of 100% to 30 DAS provided higher phosphorus foliar 3.40 and 2.90 g kg⁻¹. The potassium content in carrot leaves obtained no significant effect when used source was ammonium sulfate when the source was urea was obtained greater value by applying 100% in planting.

Keyword: Nitrogen supply, *Daucus carota L.*, Yield.

1. INTRODUÇÃO

A cenoura é uma hortaliça de importância mundial, pela extensão de área cultivada e por proporcionar desenvolvimento socioeconômico dos produtores rurais (FREITAS et al., 2009). Sendo cultivada em larga escala nas regiões Centro sul e Nordeste do Brasil. A área plantada em 2012 foi de 26,5 mil hectares com produção de 780,5 mil toneladas de raízes e produtividade média de 29,5 t ha⁻¹ (EMBRAPA, 2012). Esta olerícola apresenta alto conteúdo de vitamina A, textura macia e paladar agradável. Além do consumo *in natura* é utilizada como matéria prima para indústrias processadoras de alimentos, que a comercializam na forma de minimamente processada (minicenouras, cubos, ralada, em rodas) ou processada na forma de salada de legumes, alimentos infantis e sopas instantâneas (FILGUEIRA, 2008).

Esta olerícola é exigente em nutrientes, dentre eles destaca-se o nitrogênio segundo mais exigido pelas hortaliças (FILGUEIRA, 2008). No manejo da adubação nitrogenada é importante que a quantidade a ser aplicada nas culturas seja a mais exata possível, minimizando tanto os excessos, que prejudicam a qualidade ambiental e oneram os custos de produção, quanto aos déficits, que comprometem a produtividade projetada (AMADO et al., 2002).

O parcelamento do nitrogênio ameniza as perdas, além de favorecer uma melhor produção devido o eficiente aproveitamento do nutriente pelas plantas, e deve ser aplicado na época de maior exigência pelas plantas, pois esse nutriente não é absorvido é perdido de alguma forma, seja por lixiviação ou volatilização (BARBOSA FILHO et al., 2004).

Como principais e mais utilizadas fontes de nitrogênio têm-se, uréia, sulfato de amônio e nitrato de amônio (EMBRAPA 2001). A escolha da fonte deve ser considerada observando a eficiência agrônômica, retorno financeiro seja no custo de aquisição ou no acréscimo de produtividade Machado et., al (2013). A eficiência da adubação nitrogenada quando a fonte de N é a uréia, está relacionada à sua forma de aplicação, pois pode ocorrer a formação de amônia e sua liberação para a atmosfera por volatilização (Civardi, et al., 2011; Silva et al., 2012). O sulfato de amônio se dissocia em NH₄⁺ e SO₄²⁻ não apresentando perdas por volatilização, porém sua eficiência é diminuída pelos processos de desnitrificação e lixiviação de nitratos (MEIRA, 2006).

Objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento de cenoura submetido a fontes e épocas de aplicação de nitrogênio.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais da espécie

Entre as hortaliças cujas partes comestíveis são as raízes, a cenoura é a que mais contribui para o agronegócio, possui alto teor nutritivo, sendo uma das melhores fontes de carboidratos, cálcio, sódio, vitamina B1, B2, C, potássio e o betacaroteno responsável pela cor laranja avermelhada. É uma planta, herbácea, possui um caule pouco perceptível, situado no ponto de inserção das folhas formadas por folíolos finamente recortados, com pecíolos longos e afinados. Na etapa vegetativa do ciclo, a planta apresenta um tufo de folhas em posição vertical, atingindo 50 cm de altura, e suas raízes são pivotantes (ALMEIDA, 2006).

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 predominantes em cada época. 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, enquanto temperaturas superiores a 21 °C estimulam a formação de raízes curtas e de coloração deficiente (EMBRAPA 2009).

Existem cultivares de cenouras que formam boas raízes 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 das raízes e a produtividade. Temperaturas baixas associadas a dias longos induzem o florescimento precoce, principalmente as cultivares que foram desenvolvidas para plantio em épocas quentes do ano (Embrapa, 2009). De acordo com Filgueira (2008), o crescimento da cenoura é muito influenciado pelas condições climáticas da região, sendo exigente em água, em todo seu ciclo produtivo, isso porque a produtividade das raízes são influenciadas pelas condições de umidade do solo (MATOS et al., 2011).

A variedade Brasília é uma cultivar de polinização aberta, apresenta folhas com coloração verde escura e porte médio de 25 a 35 cm de altura, as raízes são cilíndricas com coloração laranja-clara, apresenta dimensões variadas em torno de 15 a 20 cm de comprimento por 2 a 3 cm de diâmetro. Seu ciclo, da semeadura a colheita, é de 85 a

100 dias com produtividade média de 30 t ha⁻¹. É recomendada para semeadura durante os meses de outubro a maio na região nordestes (CEASAMINAS, 2004).

A cenoura exige solo de estrutura porosa e homogênea com cerca de 20 a 30 cm de profundidade e apresente ótimas condições físicas (textura, estrutura e permeabilidade), para facilitar o crescimento das raízes. É pouco tolerante à acidez, sendo a faixa de pH 5,7 a 6,8 a mais favorável, e as necessidades hídricas da cultura também são fatores importantes, sendo o estresse hídrico muito prejudicial tanto à produtividade como a qualidade da cenoura, provocando o desenvolvimento de aromas desagradáveis aumento da fibrosidade e deformação do aspecto cilíndrico das raízes (ALMEIDA, 2006).

O ciclo, da cenoura, varia de 85 a 110 dias, os sintomas de amadurecimento são o amarelecimento e o secamento das folhas inferiores, e são arrancadas manualmente ou mecanicamente nas produções industrializadas. A produtividade é variável, de 40 a 60 t/ha entre bons olericultores. As raízes devem ser colhidas apresentando o tamanho desejável, com 16 a 22 cm de comprimento, conforme as preferências do consumidor. A cenoura com formato cilíndrico, com a ponta “igualada”, e coloração alaranjada intensa, externa e interna, é a preferência. O “ombro” colorido verde ou púrpura é menos desejável, preferindo-se as cenouras de coloração uniforme (FILGUEIRA, 2008).

2.2 Importância Socio/econômica

Os números são expressivos quando se avalia a receita na comercialização de hortaliças no Brasil, revelando a importância econômica da atividade, além da grande representatividade social que possui, pois necessita de elevada mão de obra e abrange muitos pequenos produtores. Em termos de renda, embora sem cálculos completos, as informações indicam que a venda na cadeia produtiva ultrapassar 20 bilhões de reais (Anuário Brasileiro de Hortaliças, 2014).

O consumo de hortaliças tem aumentado não só pelo crescente aumento da população, mas também pela tendência de mudança no hábito alimentar do consumidor, tornando-se inevitável o aumento da produção. Por outro lado, o consumidor de hortaliças tem se tornado mais exigente, havendo necessidade de produzi-la em quantidade e qualidade, bem como manter o seu fornecimento o ano todo (MORAIS, 2007). Possuem um alto valor nutritivo, principalmente, pelo conteúdo de sais minerais

e vitaminas, sendo, portanto, recomendado o seu consumo no cardápio como forma de suprir as necessidades diárias desses elementos (BEZERRA, 2003).

Com relação a cenoura a renda dos produtores sofreu variações ao longo de 2013, influenciada por fatores climáticos e pelo mercado. Mesmo com as cotações mais baixas, elas ficaram acima dos custos de produção, mantendo a área e a produção estáveis. Alteração na oferta especialmente nos estados de Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul gerou valor nominal recorde de preços: R\$ 29,50 pela caixa de 29 quilos. A média paga pela caixa de raiz, entre o período de dezembro de 2012 e julho de 2013 chegou a R\$ 24,54 quase o dobro do custo mínimo de produção de R\$ 12,30 por caixa, mesmo com as variações foi mantida a rentabilidade (Anuário Brasileiro de Hortaliças 2014).

Além do consumo *in natura*, é utilizada como matéria prima para indústrias processadoras de alimentos, que a comercializam na forma de minimamente processada (minicenouras, cubos, ralada, em rodela) ou processada na forma de seleta de legumes, alimentos infantis e sopas instantâneas (Embrapa, 2009).

A disponibilidade de genótipos para as diferentes condições edafoclimáticas tem permitido o cultivo da cenoura em diferentes regiões e épocas do ano, entretanto o desempenho agrônomico produtivo de cada genótipo depende entre outros fatores, do fornecimento de nutrientes em quantidades e épocas adequadas (MAROUELLI et al., 2007). A oferta de cenoura processada de alta qualidade, além de beneficiar os produtores com incremento de renda por agregação de valor, a nova tecnologia favorece a balança comercial brasileira pela substituição de importações que antes era feita em grandes volumes (VILELA E CARVALHO, 2011).

2.3 Nitrogênio

Todos os nutrientes exercem papel relevante sobre crescimento e desenvolvimento vegetal, e por essa razão, uma boa adubação deve fornecer quantidades equilibradas de elementos minerais que satisfaçam as exigências da planta. Entre esses nutrientes, o nitrogênio adquire um papel de destaque por causa das importantes alterações morfofisiológicas que provocam nos vegetais (BARROS JÚNIOR et al., 2011). A adubação nitrogenada nas espécies vegetais pode ser uma alternativa para o aumento da produtividade, porque promove incremento do índice de área foliar, produção de gemas vegetativas e florísticas (MALAVOLTA, 2006).

O nitrogênio quando encontra-se em quantidades insuficientes para o suprimento das plantas suas folhas ficam cloróticas e produzem menos frutos, mas se estiver em excesso a planta vegeta excessivamente e reduz a produtividade (MALAVOLTA et al., 2002). Cecílio Filho e Peixoto (2009) observaram que os nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S se acumulam nas folhas e nas raízes das cenouras e em ordem decrescente encontra-se na seguinte disposição: $K > N > Ca > P > S > Mg$, com valores, de 906,7; 438; 155,46; 87,4; 58 e 37,63 mg por planta, respectivamente.

O nitrogênio tem um dinamismo muito grande no solo, sofrendo, por isso, diversas transformações químicas e biológicas. Considerando seu baixo efeito residual e sua grande exigência pelas culturas, a adubação nitrogenada é realizada em maior quantidade e com mais frequência (LANGE, 2002). Por ser um nutriente que apresenta grande dinâmica no sistema solo-planta, o manejo adequado é tido como um dos mais difíceis, sendo essencial para a obtenção de altas produtividades (SANTOS et al., 2006), deste modo, deve-se colocar à disposição da planta em tempo e locais adequados (CARVALHO et al., 2001). Doses elevadas de N promoveram redução na concentração de açúcares em beterraba, repolho e cenoura (SEXTON & CARROL, 2002). De acordo com Purqueiro et al. (2009) a produtividade máxima de raízes de beterraba foi atingida com a dose variando de 92 a 179 kg N ha⁻¹. Avaliando a resposta da beterraba à adubação nitrogenada (0 a 400 kg N ha⁻¹), os autores concluíram que a dose de 193 kg ha⁻¹ de N foi a mais promissora (AQUINO et al., 2006).

No sistema solo-planta-atmosfera, o nitrogênio é um elemento de alta mobilidade, perdendo-se facilmente por volatilização ou lixiviação e, além disso, os adubos nitrogenados têm baixa eficiência e alto custo de sintetização, o que permite considerar que sua utilização sem critério, eleva o custo do produto final (BALOTA, 1997). A melhoria na eficiência de aplicação do nitrogênio pode ser conseguida pela sincronização da demanda da planta com o suprimento de nitrogênio durante o ciclo da cultura. Isso pode ser alcançado aplicando-se uma parte no plantio e o restante parcelado de acordo com a necessidade da planta (MOREIRA et al., 2011). Todavia, energeticamente os processos fisiológicos na planta, que se estendem desde a absorção até a completa assimilação desse nutriente em moléculas orgânicas, são muito dispendiosos, razão pela qual, doses elevadas de fertilizantes nitrogenados podem reduzir a produtividade (MARSCHNER, 1995).

As espécies vegetais absorvem o N, preferencialmente nas formas de amônio (NH₄⁺) e de nitrato (NO₃⁻), essas correspondem a uma pequena parcela do N total, que

exercem grande importância do ponto de vista nutricional, já que são absorvidos pelas plantas e microrganismos (TAIZ & ZEIGER, 2004).

2.4 Fontes de nitrogênio

As fontes nitrogenadas mais utilizadas na agricultura brasileira são a uréia e o sulfato de amônio (Barbosa Filho et al., 2004). A uréia apresenta 45% de nitrogênio solúvel em água e adsorve com facilidade a umidade do ar (higroscopicidade), no solo, parte do nitrogênio da uréia transforma-se em amônia (NH_3) gasosa, passando em seguida a nitrato. O sulfato de amônio apresenta 21% de nitrogênio e 23% de enxofre solúveis em água, é cristalizado e menos higroscópico que a uréia (Malavolta et al., 2002).

No Brasil, cerca de 52% do N consumido é na forma de uréia, 19% como sulfato de amônio e 12,1% como nitrato de amônio. dentre estas fontes nitrogenadas, a uréia apresenta elevada concentração de N, baixa corrosividade e menor relação custo/unidade de nutriente. Nesse sentido, a incorporação da uréia ao solo é uma alternativa para reter maior quantidade de amônio no solo e para minimizar as perdas de amônia por volatilização (LARA CABEZAS et al., 2000; e SANGOI et al., 2003).

A uréia destaca-se pela facilidade de acesso no mercado, menor custo por unidade de N, elevada solubilidade e compatibilidade para uso em mistura com outros fertilizantes (SCIVITTARO et al., 2004), no entanto, é uma fonte bastante suscetível a perdas por volatilização de amônia. Quando aplicada, é rapidamente hidrolisada em dois ou três dias, e a taxa de hidrólise depende da temperatura do solo, umidade, quantidade e forma pela qual é aplicada (RIBEIRO, 1996). De acordo com Coutinho et al. (1993), quando ocorre a hidrólise no solo, pela ação das enzimas, a uréia transforma-se em amônia, a qual é facilmente absorvida pelas plantas. No entanto, a uréia tem alta concentração de N, é de fácil manipulação e causa menor acidificação no solo, o que a torna, do ponto de vista econômico, superior a outras fontes de N (PRIMAVESI et al., 2004).

O sulfato de amônio tem como vantagens a baixa higroscopicidade, boas propriedades físicas, estabilidade química e oferta de enxofre. Pode proporcionar menores perdas de nitrogênio por lixiviação e volatilização, fatores que variam em função da umidade do solo. A menor perda possibilita a aplicação do produto na superfície, principalmente em cultivos perenes e semi-perenes que não permitem o revolvimento do solo para incorporação de fertilizante. Como desvantagem, apresenta

no solo, uma reação fortemente ácida, possui apenas 21% de N, aumentando o custo de aplicação e transporte. Dessa forma, o custo por unidade de N acaba sendo maior em relação à uréia (BYRNES, 2000).

2.5 Parcelamento de nitrogênio em hortaliças

A qualidade final de um produto agrícola é resultado de diversos fatores, envolvidos no sistema produtivo. Dentre eles, o manejo da fertilidade do solo influencia a composição química dos vegetais e, conseqüentemente, a qualidade comercial e biológica do produto colhido (ZAGO et al., 1999; BERNARDI et al., 2005). Para a adubação nitrogenada nas hortaliças, incluindo as tuberosas deve-se levar em consideração as exigências da cultura, condições de clima, além da idade da planta, pois a cultura precisa de quantidades diferentes do nitrogênio que vai depender do seu estágio de desenvolvimento (MALAVOLTA et al., 1997).

Nas hortaliças, pequena parte do nitrogênio deve ser aplicado antes da semeadura juntamente com o fósforo e o potássio, e o restante é distribuído em cobertura, em uma ou mais vezes, coincidindo com o período de maior exigência da cultura. Contudo, quando se aplicam elevadas dose de nitrogênio ou quando o solo é de textura arenosa ou apresenta baixa CTC, esse nutriente deve ser fornecido em maior número de parcelamento (ALVES et al., 2009).

Na batata-doce Ribeiro et al. (1999), recomenda que esse parcelamento deva ser feito aplicando-se 50% da dose recomendada no plantio juntamente com o fósforo e o potássio e o restante 30 dias após o plantio. Oliveira et al. (2005), com a uréia fornecida aos 30 e 60 dias após o plantio, verificaram máxima produção de raízes comerciais, já Ferreira (2006) observou maior peso médio de raízes comerciais de batata-doce quando o nitrogênio foi aplicado aos 30 e 60 DAP, Phillips et al. (2005) verificaram que nas condições edafoclimáticas do Estado de Virgínia (USA), o nitrogênio parcelado aos 30 e 60 DAP, aumentou o rendimento de raízes comerciais. Já a Embrapa (1995) informa que para elevar a produtividade da batata-doce e melhor aproveitamento do nitrogênio pela cultura, seu fornecimento deve ser fracionado 1/3 no plantio, e o restante em 30 a 45 dias em cobertura, em partes iguais.

Comparando a produção de raízes de cenoura cultivadas com húmus de minhoca e adubo mineral, aplicando no plantio 200 kg ha⁻¹ de sulfato de amônia, em duas parcelas iguais, fornecidas aos 30 e 60 dias após a semeadura Oliveira et al., (2001), e obtiveram produção comercial de 25,5 kg ha⁻¹ de raízes. Isso representa 64,70% de

superioridade na produção comercial, quando comparada com a ausência da adubação nitrogenada. O resultado demonstra a exigência da cenoura por adubo nitrogenado para obter elevados rendimentos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no período de abril a julho de 2014 na fazenda olho d'água, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), Areia, PB, latitude 6°58'12'' S e longitude 35°42'15'' W, a uma altitude de 574,62 m . De acordo com a classificação bioclimática Gaussem, o bioclima predominante na área é o 3 dth nordestino sub-seco, com precipitação pluvial média anual em torno de 1.400 mm. Pela classificação de Koppen, o clima é do tipo As' (BRASIL, 1972), o qual se caracteriza como quente e úmido com chuvas de março a julho. Durante o período do experimento foram coletados os dados de temperatura máxima, mínima e média, umidade relativa do ar e precipitação pluvial mensal da estação meteorológica do CCA-UFPB, Areia-PB descritos na a Tabela 1.

Tabela 1. Dados climáticos registrados no período do trabalho.

Meses	Tmax (°C)	Tmin(°C)	Tm (°C)	UR (%)	Prec (mm)
Junho	27.00	19.50	23.25	86.90	153.70
Julho	24.00	19.00	22.00	86.00	156.20
Agosto	25.10	18.50	21.80	82.00	92.00
Setembro	25.40	19.20	18.60	85.00	196.70

Fonte: Dados obtidos na estação meteorológica do CCA-UFPB, Areia, PB, 2014.

O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Regolítico psamítico típico (Embrapa, 1999), textura franca. As suas características química (camada de 0 – 20 cm) e física foram definidas no laboratório de análise química e física do CCA-UFPB e estão contidos na Tabela 2.

Tabela 2. Características químicas e físicas do solo da área experimental. CCA-UFPB, Areia-PB, 2014

Características químicas*	Valores obtidos	Interpretação
pH em água (1:2,5)	6, 87	Acidez fraca
P (mg dm ⁻³)	14,84	Baixo
K (mg dm ⁻³)	0,014	Muito Baixo

Na (cmol _c dm ⁻³)	0,064	---
Ca (cmol _c dm ⁻³)	3,6	Alto
Mg (cmol _c dm ⁻³)	1,5	Alto
Al (cmol _c dm ⁻³)	0	Muito Baixo
H+Al (cmol _c dm ⁻³)	0,74	Baixo
Matéria orgânica (g dm ⁻³)	11,45	Baixo
<hr/>		
Areia (g kg ⁻¹)		824
Silte (g kg ⁻¹)		54
Argila (g kg ⁻¹)		215
Argila dispersa (g kg ⁻¹)		52
Grau de flocculação (g kg ⁻¹)		758
Densidade do solo (g cm ⁻³)		1,22
Densidade de partículas (g cm ⁻³)		2,66
Porosidade total (m ³ m ⁻³)		0,54

*, Análises realizadas pelo Laboratório de Química e Fertilidade e Física do Solo do DSER-CCA-UFPB.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 7 x 2, com os fatores sete épocas de aplicação (T1-100% na semadura; T2-100% aos 30 DAS; T3-100% aos 60 DAS; T4-50% na semadura e 50% aos 30 DAS; T5-50% na semadura e 50% aos 60 DAS; T6-50% aos 30 e 50% aos 60 DAS; T7-33% na semadura 33% aos 30 e 33% aos 60 DAS e duas fontes de nitrogênio (uréia e sulfato de amônio), em três repetições.

O solo foi preparado por meio de roço, capinas e confecções de leirões com auxílio de enxadas com aproximadamente 30 cm de altura. A parcela experimental mediu 2,0 x 1,0 m composta por 160 plantas, espaçada de 25 x 5,0 cm. A adubação de plantio constou da aplicação de 20 t ha⁻¹ de esterco bovino, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e 120 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio). A adubação nitrogenada realizada foi com o fornecimento de 100 kg ha⁻¹ em cobertura, e parcelado conforme descrito no delineamento experimental.

A implantação da cultura foi por meio de semadura direta com as sementes distribuídas em sulcos com aproximadamente 3,0 cm profundidade espaçados de 25 cm, usando a cultivar Brasília. Aos 20 dias após a semadura foi realizado o desbaste manual deixando-se uma plântula a cada 5,0 cm, durante a condução do trabalho foram

realizadas capinas manuais para manter a área livre de plantas daninhas, amontoas para evitar a exposição das raízes ao solo e fornecimento de água pelo sistema de aspersão convencional, nos períodos de ausência de precipitação, com turno de rega de dois dias. Não foi necessário o controle fitossanitário, devido a ausência de pragas ou doenças.

A colheita foi realizada aos 100 dias após a semeadura verificando o período de maturidade comercial da cenoura, as raízes colhidas foram acondicionadas em sacos plásticos, separadas por tratamento e repetição e transportadas ao galpão, para avaliação das características de produção.

3.1 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

3.1.1 Diâmetro e comprimento de raízes

Por ocasião da colheita foram medidos o comprimento e diâmetro de dez raízes comerciais, com o auxílio de uma régua e um paquímetro digital, respectivamente, em cada tratamento e repetição.

3.1.2 Massa média de raízes comerciais

A massa média correspondeu à relação entre a massa e número de todas as raízes comerciais, e foram consideradas raízes comerciais aquelas pivotantes, lisas, sem ramificações, com 16 a 22 cm de comprimento.

3.1.3 Número comercial de raízes

Correspondeu a todas as raízes colhidas por parcela com características comerciais.

3.1.4 Produtividade total e comercial de raízes

A produtividade total e comercial de cenoura corresponderam as pesagens das raízes classificadas em cada tratamento, sendo os resultados expressos em $t\ ha^{-1}$.

3.1.5 Teor de N, P e K na folha

Aos 75 dias após a semeadura foram coletados vinte folíolos da parte mediana das folhas que apresentavam maior crescimento vegetativo e maior área foliar, as quais foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa de circulação de ar forçado a $65^{\circ}C$ até peso constante. Em seguida foram moídas em moinho tipo

Wiley e transportadas para o Laboratório de Fruticultura da Universidade Federal da Paraíba para a determinação dos teores de N, P e K, conforme metodologia de Tedesco et al. (1995).

3.2. Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o teste F para comparação dos quadrados médios, e as médias foram comparadas pelo teste de agrupamento de média Scott Knott, a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Generalidades

O comprimento, diâmetro de raízes sofreram influência pela interação entre os fatores ao passo que a massa média de raízes foram influenciados pela interação, parcelamento e fontes de nitrogênio (Tabela 3). O número comercial e produtividade comercial de raízes foram influenciados pelo parcelamento pelas fontes de nitrogênio e pela interação entre eles, enquanto que a produtividade total foi alterada pelo parcelamento e a interação com as fontes (Tabela 4). Os teores de N e K foliar sofreram efeito do parcelamento e sua interação com as fontes, e o teor de P apresentou significância para o parcelamento e o bloco (Tabelas 5).

TABELA 3. Resumo da análise de variância para comprimento (CR), diâmetro médio (DM), e massa média (MM) de cenoura. Areia, CCA/UFPB, 2015.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios		
		CR	DM	MM
Bloco	2	5,0946 ^{ns}	12,4817 ^{ns}	21,8809 ^{ns}
Fonte	1	5,4576 ^{ns}	5,9513 ^{ns}	2784,8571 ^{**}
Parcelamento	6	32,7410 ^{ns}	5,0054 ^{ns}	765,6904 ^{**}

Fonte x Parc.	6	39,1982**	24,3743**	936,0238**
Resíduo	26	52,2284	5,2424	70,2912
Total	41	110,7110	34,4973	14866,4762

** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade respectivamente; ns = não significativo, pelo teste F

TABELA 4. Resumo da análise de variância para, número comercial (NCR), produtividades total e comercial (PTR e PCR) de cenoura. Areia, CCA/UFPB, 2015.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios		
		NCR	PTR	PCR
Bloco	2	2250,9286**	72,8810 ^{ns}	5,5880 ^{ns}
Fonte	1	2592,8571**	0,214289 ^{ns}	789,1000**
Parcelamento	6	427,3174**	177,4841**	326,7284**
Fonte x Parc.	6	293,3015 ^{ns}	530,2143**	385,9576**
Resíduo	26	148,54	43,7784	23,8290
Total	41	15280,5714	5530,0000	5695,5542

** significativo a 1% de probabilidade; ns = não significativo, pelo teste F

TABELA 5. Resumo da análise de variância para, nitrogênio, fósforo e potássio foliar (N P K) de cenoura. Areia, CCA/UFPB, 2015.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios		
		N	P	K
Bloco	2	308,5554 ^{ns}	0,0068*	18,7724 ^{ns}
Fonte	1	202,3570 ^{ns}	0,0024 ^{ns}	38,9186 ^{ns}
Parcelamento	6	3703,7443**	0,0042*	44,3303**
Fonte x Parc.	6	1677,6432**	0,0035 ^{ns}	53,5256**
Resíduo	26	357,8751	0.0015	12,1916

Total	41	42412,5463	0,1037	980,5830
-------	----	------------	--------	----------

** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade respectivamente; ns = não significativo, pelo teste F

4.2 Comprimento e diâmetro de raízes

Para o comprimento de raízes, apesar da interação ter sido significativa não houve diferença estatística na comparação das médias. O nitrogênio fornecido de uma única vez aos 30 DAS foi responsável pelo maior comprimento de raízes (22,11 cm), na fonte sulfato de amônio, enquanto que na fonte uréia não ocorreu diferença entre os tratamentos. Com relação ao diâmetro, o nitrogênio parcelado 50% aos 30 e 50% aos 60 DAS e fornecido na sua totalidade no plantio proporcionaram os menores diâmetros de raízes, respectivamente, nas fontes sulfato de amônio e uréia (Tabela 6).

Independente dos tratamentos a cenoura produziu raízes com comprimentos dentro padrão exigido para o mercado consumidor brasileiro (entre 15 e 20 cm). Silva et al. (2014), estudando o parcelamento de nitrogênio na cenoura observou que o diâmetro de raízes foi influenciado pelo parcelamento.

4.3 Massa média de raízes

Quando utilizou a fonte sulfato de amônio os maiores valores para a massa média de raiz foram alcançados quando o nitrogênio foi aplicado no plantio, aos 30 e 60 DAS (166 g) e aos 30 DAS (158 g), e no plantio, aos 30 e 60 DAS (189 g) quando se uso como fonte a uréia (Tabela 6). Todos os valores obtidos para a massa média se situam dentro da faixa ideal para cenoura comercial, entre 110 a 190 g, conforme Filgueira (2008), indicando que o parcelamento do nitrogênio nessa hortaliça melhora a sua qualidade, possivelmente pela redução das perdas desse nutriente por fatores climáticos, principalmente precipitação alta, fato verificado durante a condução da pesquisa em campo (Tabela 2). Nas mesmas condições edafoclimáticas do presente trabalho, Alves (2008) parcelando nitrogênio em batata-doce constatou uma redução da massa média de

raízes em função de possíveis perdas do nutriente por lixiviação proporcionada por elevada precipitação.

Os resultados obtidos para a massa média de raízes comerciais indicam que o nitrogênio não deve ser fornecido antes da cenoura apresentar área foliar definitiva (parte ou todo aos 30 e 60 DAS). No alho, Resende e Souza (2001) e na batata-doce, Alves et al. (2009) obtiveram elevação da massa média de bulbos e raízes, respectivamente, aplicando esse nutriente na sua totalidade após a formação de área foliar definitiva.

Tabela 6. Comprimento (CR), Diâmetro (DM) e Massa média (MM) de cenoura, em função de fontes e épocas de aplicação de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia-PB, 2014.

Fonte	Parcelamento (%)			CR (cm)	DM (mm)	MM (g)
	Plantio	30DAS	60DAS			
Sulfato de amônio	50	0	50	18,7 a	31,6 a	132,0 b
	33	33	33	18,8 a	34,1 a	166,0 a
	100	0	0	19,8 a	35,8 a	132,0 b
	0	100	0	22,1 a	33,3 a	158,3 a
	0	0	100	21,0 a	34,3 a	115,3 c
	0	50	50	19,2 a	31,5 a	135,3 b
	50	50	0	17,7 a	33,2 a	127,3 b
Média				19,6 A	33,4 A	138 B
Uréia	50	0	50	19,6 a	33,3 a	146,0 b
	33	33	33	20,7 a	33,1 a	189,0 a
	100	0	0	19,1 a	28,0 b	147,0 b
	0	100	0	20,8 a	31,5 a	154,0 b

0	0	100	21,1 a	33,6 a	153,0 b
0	50	50	21,6 a	37,1 a	149,0 b
50	50	0	19,0 a	32,1 a	142,3 b
Média			20,3 A	32,7 A	154,3 A
CV(%)			8,15	6,93	5,71

Letras minúsculas comparam médias do parcelamento dentro de cada fonte. Letras maiúsculas comparam médias entre as fontes. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de agrupamento Scott Knott.

4.4 Número comercial de raízes

O número de raízes colhidas foi alterado apenas na fonte de nitrogênio sulfato de amônio, com os maiores números quando esse nutriente foi aplicado de forma parcelada e 33% no plantio, aos 30 e 60 DAS (66 raízes), e fornecido todo no plantio e aos 30 DAS e 60 DAS, respectivamente 77, 80 e 79 raízes (Tabela 7). Esses resultados demonstram que o número de raízes na cenoura, ao contrário da massa média, não foi alterado pelo parcelamento, indicando que nessa hortaliça o número de raízes colhidas possivelmente, não reflete a sua produção. Alves (2008) estudando parcelamento de nitrogênio em batata doce observou incremento no número de raízes quando utilizou sulfato de amônio como fertilizante, aplicado todo no plantio.

A fonte uréia não promoveu alterações no número de raízes comerciais na cenoura (Tabela 7). O alto teor de N nessa fonte (45%) pode induzir maior possibilidade de perdas nitrogênio no solo causadas por volatilização e/ou lixiviação (Raposo, 2013). Também pode ter ocorrido efeito tóxico do amônio e da baixa taxa de nitrificação, reduzindo a absorção de outros cátions, isto é, exercendo forte efeito competitivo sobre os cátions (K^+ , Ca^{++} e Mg^{++}) de tal forma que a absorção destes seria reduzida pela planta (Carnicelli et al., 2000).

Tabela 7. Número comercial (NCR), Produtividades total e Comercial (PTR e PRC) de cenoura, em função de fontes e épocas de aplicação de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia, PB, 2015.

Fonte	Parcelamento (%)			NCR	PTR (t h ⁻¹)	PCR (t h ⁻¹)
	Plantio	30DAS	60DAS			
Sulfato de amônio	50	0	50	46,3 b	93,0 b	53,6 b
	33	33	33	66,0 a	91,7 b	61,8 a
	100	0	0	77,3 a	90,0 b	52,6 b
	0	100	0	80,3 a	100,3 a	58,7 a
	0	0	100	79,0 a	86,0 b	51,6 b
	0	50	50	60,3 b	108,7 a	53,4 b
	50	50	0	69,6 a	98,7 a	49,8 b
Média				68,4 B	95,5 A	54,5 B
Uréia	50	0	50	81,3 a	88,0 c	54,1 c
	33	33	33	84,0a	106,7 a	89,8 a
	100	0	0	76,3 ^a	110,0 a	51,9 c
	0	100	0	89,7 a	78,7 c	69,7 b
	0	0	100	90,7 a	109,0 a	72,0 b
	0	50	50	77,0 a	96,0 b	56,2 c
	50	50	0	74,0 a	81,1 c	48,1 c
Média				81,8 A	95,6 A	63,1 A
CV (%)				16,0	7,0	14,2

Letras minúsculas comparam médias do parcelamento dentro de cada fonte. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de agrupamento Scott Knott.

4.5. Produtividade total e comercial de raízes

A máxima produtividade total de raízes foi alcançada quando todo o nitrogênio foi aplicado na forma de sulfato de amônio aos 30 DAS (100,3 t ha⁻¹) e parcelada em partes iguais aos 30 e 60 DAS (108,7 t ha⁻¹) e no plantio e aos 30 DAS (98,7 t ha⁻¹). Na fonte uréia, as maiores produtividades ocorreram com o nitrogênio parcelado em três aplicações, plantio, 30 e 60 DAS (106,7 t ha⁻¹) fornecido no plantio (110 t ha⁻¹) aos 60 DAS (109 t ha⁻¹). Todas as produtividades, independente da fonte de nitrogênio foram superiores a 80 t ha⁻¹, conforme relatado por Filgueira (2008).

Com relação a produtividade de raízes comerciais, os maiores valores foram obtidos no parcelamento de nitrogênio, plantio, 30 e 60 DAS (61,7 t ha⁻¹) e (89,8 t ha⁻¹), nas fontes sulfato de amônio e uréia e quando foi fornecido aos 30 DAS (58,7 t ha⁻¹), na fonte sulfato de amônio (Tabela 7). Essas produtividades situam-se acima da média nacional para a produtividade comercial na cenoura definida por Filgueira (2008), entre 40 e 60 t ha⁻¹, e forma superiores aquelas obtidas por Luz et al (2009), e (Silva et al., 2012), que obtiveram valores de 27,5 t ha⁻¹ e 25,0 t ha⁻¹ respectivamente, adubando cenoura com nitrogênio parcelado em três vezes.

As maiores produtividades foram verificadas no maior parcelamento (plantio, 30 e 60 DAS), esse resultado pode ser justificado pelo fato do parcelamento do nitrogênio amenizar as perdas, além de favorecer uma melhor produção devido o eficiente aproveitamento do nutriente pelas plantas, devendo o mesmo ser aplicado na época de maior exigência pelas plantas, pois o nitrogênio que não é absorvido é perdido de alguma forma, seja por lixiviação ou volatilização (Barbosa Filho et al., 2004).

Em hortaliças, pequena parte do nitrogênio deve ser aplicado antes da sementeira

ou do transplântio, juntamente com o fósforo e o potássio, e o restante é distribuído em cobertura, em uma ou mais vezes, coincidindo com o período de maior exigência da cultura, no entanto, quando aplicado em quantidades acima do recomendado para a espécie ou quando o solo é de textura arenosa ou apresenta baixa CTC, esse nutriente deve ser fornecido em maior número de parcelamento (Filguera, 2008). Nesse sentido, Ribeiro et al. (1999), relataram que para incrementar a produtividade de hortaliças, o nitrogênio deve ser parcelado no máximo possível, Alves et al. (2009) em batata-doce e Silva (2014) em inhame obtiveram produtividades de raízes e túberas comerciais, respectivamente, acima da média nacional parcelando o nitrogênio em três aplicações.

Comparando-se os efeitos isolados das fontes sobre a produtividade de raízes comerciais verificou-se diferenças significativas entre elas, com superioridade da uréia, com incremento de 30,7%, em relação a maior produtividade obtida com uso de sulfato de amônio (Tabela 7). Esse incremento pode ser atribuído ao fato de que a uréia pode está associada a maior concentração de N (45% de N), alta solubilidade em água, menor corrosividade, compatibilidade com um grande número de fertilizantes e alta taxa de absorção foliar (Cantarella et al., 2007).

De acordo com Santos e Pereira (1994), plantas adubadas com fonte com maior teor de N, pode ocorrer maior crescimento e desenvolvimento e, conseqüentemente maior índice de área foliar, induzindo a maior síntese de carboidratos pelo processo fotossintético. Assim, a planta torna-se mais apta para alocar carboidratos para o sistema radicular, tornando-o mais abrangente e capaz de melhor aproveitar o N disponível, seja o N proveniente do solo ou do fertilizante. Morais (2014) avaliando fontes e doses de nitrogênio no cultivo da cenoura observou que a uréia proporcionou maior rendimento de raízes comerciais e melhor relação custo benefício.

4.6 Teores de N, P e K foliar

Os teores máximos de N foliar na cenoura foram de 41,12 com o nitrogênio parcelado 50% aos 30 e 60 DAS e de 42 g kg⁻¹ fornecido aos 60 DAS, respectivamente, nas fontes sulfato de amônio e uréia (Tabela 8). Independente do tratamento todos os teores de N calculados foram superiores aos encontrados por Silva (2009), entre 20 e 30 g kg⁻¹, e aos teores indicados por Sedyama et al. (2007), 21 a 35 g kg⁻¹, para a cenoura. Pesquisas demonstraram efeitos do parcelamento e fontes de nitrogênio sobre o teor de N foliar em algumas hortaliças. Alves (2008), em batata-doce encontraram 43, 66 e 43,03 g kg⁻¹ com uso de sulfato de amônio e uréia respectivamente e Silva (2013) em inhame como valores médios de 26,44 e 23,55 g kg⁻¹, sendo que todos os teores relatados pelos autores foram superiores aos indicados para as espécies.

O teor foliar de P foi alterado apenas na fonte sulfato de amônio, com maior teor obtido no parcelamento de nitrogênio 50% no plantio e 50% aos 60 DAS e aplicado todo aos 30 DAS, igual a 3,40 g kg⁻¹ (Tabela 8), superior ao teor indicado para a cenoura de 3,0 g kg⁻¹ por Malavolta (1997), e ao encontrado por Barros (2013) de 2,57 g kg⁻¹ e 2,30 g kg⁻¹ usando esterco bovino e biofertilizante e esterco bovino e N P K na cenoura, respectivamente.

Ao contrário do observado para o teor foliar de P na cenoura, o teor de K foi influenciado apenas pela uréia com teor 53 g kg⁻¹ quando foi aplicado o nitrogênio todo no plantio (Tabela 8), abaixo do recomendado para a cultura em 60 g kg⁻¹ (Malavolta, 1997). De acordo com Resende et al., (2012), pode ocorrer redução nas quantidades de potássio absorvidas pela parte aérea das hortaliça, em função da forma e quantidade de nitrogênio fornecido.

Tabela 8. Teores de foliar de N, P e K em cenoura, em função de fontes e épocas de aplicação de nitrogênio. CCA-UFPB, Areia-PB, 2015.

Fonte	Parcelamento (%)			N (g kg ⁻¹)	P (g kg ⁻¹)	K (g kg ⁻¹)
	Plantio	30DAS	60DAS			
Sulfato de amônio	50	0	50	40,2 a	3,40 a	35,7 a
	33	33	33	39,8 a	2,20 a	42,0 a
	100	0	0	35,0 b	2,50 a	41,7 a
	0	100	0	38,0 a	3,40 a	45,2 a
	0	0	100	39,4 a	2,60 b	44,6 a
	0	50	50	41,1 a	2,40 b	41,7 a
	50	50	0	32,4 b	2,30 b	42,6 a
Média				38 A	2,7 A	42 A
Uréia	50	0	50	36,8 b	2,30 a	44,0 b
	33	33	33	38,9 a	2,80 a	43,0 b
	100	0	0	33,3 c	2,90 a	53,0 a
	0	100	0	40,3 a	2,90 a	45,0 b
	0	0	100	42,0 a	2,80 a	43,0 b
	0	50	50	39,4 a	2,50 a	37,4 b
	50	50	0	38,5 a	2,70 a	41,0 b
Média				38,4 A	2,7 A	43,8 A
CV(%)				5,0	14,1	8,1

Letras minúsculas comparam médias do parcelamento dentro de cada fonte. Letras maiúsculas comparam médias entre as fontes. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de agrupamento Scott Knott.

5. CONCLUSÕES

A aplicação do nitrogênio parcelado em 33% no plantio, aos 30 e 60 DAS proporcionou as maiores produtividades comerciais de raízes;

A maior produtividade total de raízes foi obtida com uma única aplicação de N na fonte uréia;

A uréia foi mais eficiente do que o sulfato de amônio no rendimento da cenoura;

Os teores de N, P e K foliar foram influenciados pelas fontes de nitrogênio.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D. **Manual de culturas hortícolas**. 1.ed. Lisboa: Presença, 2006. v.1. 343p.

ALVES, A. U. **Fontes e parcelamento de nitrogênio na produção de batata**. Areia: CCA-UFPB, 2008. 72 p. (Dissertação mestrado).

ALVES, G.S.; SANTOS, D.; SILVA, J.A.; NASCIMENTO, J.A.M.N.; CAVALCANTE, L.F.; DANTAS, T.A.G. Estado nutricional do pimentão cultivado em solo tratado com diferentes tipos de biofertilizantes. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.31, n.4, p.661-665, 2009.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 1, p. 241-248, 2002.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS, Santa Cruz do Sul – RS, Editora Gazeta, 2014.

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**, v.24, n. 2, p. 199-203, 2006.

BALOTA, E. L. Alterações microbiológicas em solo cultivado sob o plantio direto. In: PEIXOTO, R. T. G.; AHRENS, D. C.; SAMAHA, M. J. **Plantio direto: o caminho para uma agricultura sustentável**. Ponta Grossa: IAPAR, 1997. p. 222-231.

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**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 785-792, 2004.

BARROS, J. R. A. OLIVEIRA, A. P. de. **Resposta da cenoura a adubação orgânica**. Areia: CCA-UFPB, 2013. 42 p. (Dissertação mestrado).

BARROS JÚNIOR, A.P.; CECÍLIO FILHO, A.B.; REZENDE, B.L.A.; PÔRTO, D.R.Q.; PRADO, R.M. Nitrogen fertilization on intercropping of lettuce and rocket. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p.398-403, 2011.

BERNARDI, A.C.C.; VERRUNA-BERNADI, M.R.; WERNECK, C.G.; HAIM, P.G.; MONTE, M.B.M. Produção, aparência e teores de nitrogênio, fósforo e potássio em alface cultivada em substrato com zeólita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 920-924, 2005.

BEZERRA NETO F; GÓES SB; SÁ JR; LINHARES PCF; GÓES GB; MOREIRA JN. 2011. Desempenho agrônômico da alface em diferentes quantidades e tempos de decomposição de jitrana verde. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 6: 236-242.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento exploratório - Reconhecimentos de solos do estado da Paraíba. **Boletim Técnico**, Rio de Janeiro: MA/SUDENE, v.15, p.670, 1972.

BYRNES, B.H. Liquid fertilizers and nitrogen solutions. In: **International Fertilizer Development Center**. Fertilizer manual. Alabama, Kluwer Academic, p.20-44, 2000.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F; ALVARES V., V.H; BARROS, N.F; FONTES, R.L.F; CANTARUTTI, R. B; NEVES, J. C. L (eds). **Fertilidade do solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, p. 375-470, 2007.

CARVALHO, C. M.; SOUZA, R. J.; CECÍLIO FILHO, A. B. Produtividade da cúrcuma (*Curcuma longa* L.) cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.2, p.330-335, 2001.

CARNICELLI, J. H.; PEREIRA, P. R. G.; FONTES, P. C. R.; CAMARGOS, M. L. Índices de nitrogênio na planta relacionados com a produção comercial de cenoura. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. 4, p. 808-810, 2000.

CECÍLIO FILHO, A. B., PEIXOTO, F. C. Acúmulo e exportação de nutrientes em cenoura 'forto'. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 1, p.543-548, 4 dez. 2009.

CIVARDI, E. A., SILVEIRA NETO, A. N., RAGAGNIN, V. A., GODOY, E. R., BROD, E. Uréia de liberação lenta aplicada superficialmente e uréia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 52-59, 2011.

COUTINHO, E.L.M.; NATALE, W., SOUZA, E.C.A. adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. (eds.). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFOS, p. 85-140, 1993.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. **Sistema brasileiro de classificação de solos**, Brasília: Embrapa produção de informação; Rio de Janeiro:Embrapa Solos, 412p, 1999.

EMBRAPA HORTALIÇAS, **Cultivo da cenoura**. 2009. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/cenoura/plantio.htm>. Acesso em: 10 de junho de 2014.

EMBRAPA HORTALIÇAS, **Cultivo da cenoura**. 2011. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/cenoura/plantio.htm>. Acesso em: 15 de novembro de 2014.

EMPRAPA HORTALIÇAS, **Fertiirrigação** 2001 Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/public/textos/index.html>: acessado em 27 de Abril de 2015, as 18:32.

EMPRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. Cenoura. Disponível em: <<http://www.embrapa.cnph.com.br>>. Acesso em 20 de Setembro. 2014

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**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 473-480, 2009.

LARA CABEZAS, W.A.R.; TRIVELIN, P.C.O.; KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto no Triângulo Mineiro (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.363-376, 2000.

FERREIRA, L. A. **Características produtivas de genótipos de batata-doce (*Ipomoea batatas L*) em Areia-PB**: CCA-UFPB,2006. 23p. (Monografia graduação).

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

LUZ, José Magno Q et al. Adubação de cobertura com nitrogênio, potássio e cálcio na produção comercial de cenoura. **Horticultura Brasileira**, São Gotardo, v. 27, n. 10, p.543-548, 4 dez. 2009.

LANGE, A. **Palhada e nitrogênio afetando propriedades do solo e rendimento do milho em sistema de plantio direto no cerrado**. Lavras 2002. UFLA. 2002. 148 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia).

MACHADO, V. J., SOUZA, C. H. E., Lana, R. M. Q., Adriane Silva, A., Ribeiro, V. J., Produtividade da cultura do milho em função de adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró - RN, v. 8, n. 5, p.93-104, dez. 2013.

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

MALAVOLTA, E.; GOMES, F.P.; ALCARDE. J.C. **Adubos e Adubações**. São Paulo: Nobel, 200p., 2002.

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

MARSCHNER H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2.ed. New York: Ac. Press. 889p, 1995.

MAROUELLI, W.A.; OLIVEIRA, R.A.; SILVA, W.L.C. **Irrigação da cultura da cenoura**. Circular Técnico, Brasília, n.48, 2007. 14p.

MATOS, F.A.C.; LOPES, H.R.D.; DIAS, R. de L.; ALVES, R.T. Agricultura familiar: Cenoura, Brasília: Plano Mídia, 2011.

MEIRA, F.A. **Fontes e modos de aplicação do nitrogênio na cultura do milho**. Ilha Solteira: UNESP, 2006. 38p. Tese (Doutorado em Agronomia)

MORAIS, R.S. **Cultivo hidropônico de alface (*Lactuca sativa* L.) dos grupos crespa e americana, com três diferentes soluções nutritivas no período de verão no município de Itapetinga - BA**. 2007. 70 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) -

MORAIS, D. C. M. **Avaliação econômica de fontes e doses da adubação nitrogenada na cultura da cenoura**. In: 7 CONGRESSO MINEIRO DE INOVAÇÕES AGROPECUÁRIAS,, 2014, Patos de Minas, MG.

MOREIRA, M. A; VIDIGAL, S. M; SEDIYAMA M. A. N; SANTOS, M. R. Crescimento e produção de repolho em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 117-121, 2011.

OLIVEIRA, A.P.; ESPÍNOLA, F. E.J.; ARAÚJO, J.S.; COSTA, C.C. Produção de raízes de cenoura cultivadas com húmus de minhoca e adubo mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 77-80, mar. 2001.

OLIVEIRA, A. P.; OLIVEIRA, M. R. T.; BARBOSA, J. A.; SILVA, G. G.; NOGUEIRA, D. H.; MOURA, M. F.; BRAZ, M. S. S. Rendimento e qualidade de raízes de batata-doce adubada com níveis de uréia. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 4, p. 925-928, 2005.

OLIVEIRA, D, M. **Produtividade de cenoura em função de nitrogênio e épocas de plantio**. Mossoró: UFERSA, 2015. 38 p. Dissertação (Mestrado) -

PURQUERIO, L. F. V.; FACTOR, T. L.; LIMA, J. R. S.; TIVELLI, S. W.; TRANI, P. E.; BREDA JUNIOR, J. M.; ROCHA, M. A. V. Produtividade e qualidade de beterraba cultivada em plantio direto em função do nitrogênio e molibdênio. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 366-372, 2009.

PHILLIPS, S.B.; WARREB, J.G.; MULLINS, G.L. Nitrogen rate and application timing effect 'Beauregard' sweet potato yield and quality. **Hortscience**, n.40, v.1, p.214-217, 2005.

RAPOSO, T. P. SOUZA, J. R. de; RIBEIRO, B. N.; ROLIM, M. V.; CASTRO, G. S. A. **Eficiência da uréia revestida com polímeros, na produtividade de milho safrinha**. Rio Paranaíba, 2013.

REIS, J.M.R. RODRIGUES, J. F., REIS, M. A. Comportamento da alface crespa em função do parcelamento da adubação de cobertura. **Global Science Technology**, Rio Verde, v. 05, n. 02, p.24 – 30, 2012.

RESENDE, G.M., ALVARENGA, M. A. R., YURI, E. J., SOUZA., R. J.. Rendimento e teores de macronutrientes em alface americana em função de doses de nitrogênio e molibdênio. **Horticultura Brasileira**. v.30 n.3 Vitoria da Conquista, 2012.

RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre a produtividade e características comerciais de alho. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 2, p. 126-129, 2001

RIBEIRO, A.C. Como evitar a perda do nitrogênio de adubo por volatilização. **Boletim Informativo da SBCS**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 43-446, 1996.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação. **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 359p, 1999.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; HEITOR CANTARELLA, H.; SILVA, A.G.; FREITAS, A.R.; VIVALDI, L.J. Adubação nitrogenada em capimcoastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 68-78, 2004.

SANTOS H.G.; JACOMINE, P.K.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; COELHO, M.R.; LUMBREVOS, J.K.; CUNHA, T.J.F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed., Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306p. 2006.

SANTOS, H. F. dos. **Níveis de nitrogênio e épocas de aplicação sobre a produção e qualidade do alho (*Allium sativum* L.)**. 58p. Dissertação (Mestrado em produção vegetal). Universidade Federal da Paraíba. Areia. 1997.

SEDIYAMA, M.A.N.; PEDROSA, M.W.; VIDIGAL, S.M.; SALGADO, L.T.; SANTOS, M.R.; NOBRE, M.C.R.; FIALHO, A.P. Estado nutricional da cenoura adubada com esterco suíno. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.2, 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.

SILVA, A. A., SILVA, T. S., VASCONCELOS, A. C. P. LANA, R. M. Q. Aplicação de diferentes fontes de uréia de liberação gradual na cultura do milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, supl., p. 104-111, 2012

SILVA, O. P. R; OLIVEIRA, A. P. **Resposta do inhame ao parcelamento da adubação nitrogenada**. Areia: CCA-UFPB, 2013. 48 p. (Dissertação mestrado).

SILVA, M. L; BEZERRA NETO, F; LINHARES, P. C. F. **Viabilidade agroeconômica de hortaliças fertilizadas com flor-de-seda (*calotropis procera* (ait.) R.BR.)**. Mossoró: UFERSA, 2012. 58 p. Tese (Doutorado).

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

SCIVITTARO, W.B.S.; OLIVEIRA, R.P. MORALES, C.F.G.; RADMANN, E.B. Adubação nitrogenada na formação de porta-enxertos de limoeiro 'cravo' em tubetes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 131-135, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 719p, 2004.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**, Porto Alegre, UFRGS, 174p, 1995. (Boletim Técnico, no 5).

VILELA, N.J; CARVALHO, A.D.F. **Pré-Produção socioeconomia**. EMBRAPA, 2011.

ZAGO, V. C. P., EVANGELISTAS, M. R.; ALMEIDA, D. L; GUERRA, J. G.; NEVES, M. C. P.; RUMJANEK, N. C. Aplicação de esterco bovino e uréia na couve reflexos nos teores de nitrato e na qualidade. **Horticultura Brasileira**, v.17, n. 3, p. 207-211, 1999.

WALWORTH, J. L.; MUNIZ, J. E. A compendium of tissue nutrient concentrations for field-grown potatoes. **American Potato Journal**, v. 70, p. 579-597, 1993.