

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**PARCELAMENTO E DOSES DE NITROGÊNIO EM  
COBERTURA NA PRODUÇÃO, ACÚMULO DE NUTRIENTES  
E QUALIDADE DE CENOURA**

**LIDIANE FERNANDES COLOMBARI**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Horticultura).

BOTUCATU - SP

Fevereiro – 2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**PARCELAMENTO E DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA  
NA PRODUÇÃO, ACÚMULO DE NUTRIENTES E QUALIDADE  
DE CENOURA**

**LIDIANE FERNANDES COLOMBARI**

Orientador: Prof. Dr. Antonio Ismael Inácio Cardoso

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Horticultura).

BOTUCATU - SP

Fevereiro – 2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO- BOTUCATU (SP)

C718p      Colombari, Lidiane Fernandes, 1989-  
Parcelamento e doses de nitrogênio em cobertura na produção, acúmulo de nutrientes e qualidade de cenoura / Lidiane Fernandes Colombari. - Botucatu : [s.n.], 2015  
xi, 61 f. : ils. color., grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2015  
Orientador: Antonio Ismael Inácio Cardoso  
Inclui bibliografia

1. Cenoura - Adubação. 2. Nitrogênio na agricultura.  
3. Minerais na nutrição de plantas. I. Cardoso, Antonio Ismael Inácio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu. II. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS**  
**CAMPUS DE BOTUCATU**


**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

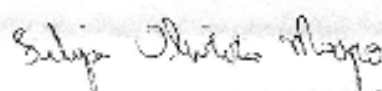
**TÍTULO: “PARCELAMENTO E DOSES DE NITROGÊNIO EM  
COBERTURA NA PRODUÇÃO, ACÚMULO DE NUTRIENTES E  
QUALIDADE DE CENOURA”**


**ALUNA: LIDIANE FERNANDES COLOMBARI**

**ORIENTADOR: ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO**

Aprovada pela comissão examinadora

  
Prof. Dr. ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO  
Dep de Horticultura / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu

  
Prof. Dr. FELIPE OLIVEIRA MAGRO  
Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Turismo- Jundiaí/SP

  
Profa. Dra. REGINA MARTA EVANGELISTA  
Dep de Horticultura / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu

Data da realização: 23 de fevereiro de 2015.

*Sonhe com aquilo que você quiser. Seja o que você quer ser,  
porque você possui apenas uma vida e nela só se tem uma chance de fazer  
aquilo que se quer.*

*Clarice Lispector*

*A Meus Pais, Mario e Celina*

*Pela compreensão, confiança e amor.*

*Obrigada pelos esforços destinados à minha formação.*

*Dedico*

*A minha irmã Liliane*

*Pela motivação nos momentos difíceis*

*Pelo carinho e amor*

*Ofereço*

## AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida e pelas oportunidades que ele nos dá. Senhor, obrigada pelo fim de mais essa etapa e ainda me ensinando sobre Fé.

A Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas – Campus de Botucatu, pela oportunidade da realização do curso de mestrado.

Ao Professor e orientador Antonio Ismael Inácio Cardoso, pela orientação, atenção, paciência, compreensão, amizade e pelos ensinamentos prestados durante a realização do trabalho.

Ao professor Helio Grassi Filho e Felipe Oliveira Magro, que aceitaram contribuir com este trabalho, fazendo parte da banca examinadora.

Aos funcionários da Fazenda Experimental São Manuel, em especial ao Sr<sup>o</sup> Coalinho e ao Sr<sup>o</sup> Dito (*in memória*) pela cooperação durante a execução do experimento, responsabilidade, pelas piadas e pelo jeito simples que levam a vida.

À todos os professores e funcionários do Departamento de Horticultura, em especial a Bety, Acir e Edvaldo, Acir e Rose, pela ajuda e apoio.

Aos funcionários da Biblioteca, Pós-graduação e Transportes, pela boa vontade de resolver problemas e por atender os alunos sempre com paciência e respeito.

Ao CNPq pela bolsa concedida.

À Minha Família, em especial ao meu pai Mario Farinha Fernandes, à minha mãe Juscelina Ap. Colombari Fernandes, a minha irmã Liliane C. Colombari Fernandes Gross, por todo apoio e carinho durante todas as etapas da minha vida, com certeza sem vocês eu não teria chegado até aqui. São vocês que me fizeram acreditar que eu sou capaz de realizar esse sonho.

A Leysimar Pitzer Guimarães, Bety Martins e a Natália de Brito que foram ‘minha família em Botucatu’, obrigada pela amizade, convívio, paciência e compreensão, durante o meu trajeto.

Aos amigos que fiz em Botucatu: Ana Emília Tavares, Felipe Baldini, Vitor Imaizumi, Priscila, e a Fernanda Buttini, e que de alguma forma, alguns direta, outros indiretamente me ajudaram a superar a distância de casa, me fazendo companhia durante esses dois anos.

Aos amigos paranaenses Jenifer Gish, Ana Karina, Diandro Barilli, Daiane Damasceno e Elis por sempre torcerem por mim e por serem tão importantes na minha vida.

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

*Minha sincera gratidão.*



## SUMÁRIO

1.	RESUMO .....	1
2.	SUMMARY .....	3
3.	INTRODUÇÃO .....	5
4.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
4.1.	Aspectos gerais da espécie .....	7
4.2.	Adubação em cenoura .....	8
4.3.	Parcelamento de nitrogênio em hortaliças.....	10
5.	MATERIAL E MÉTODOS .....	13
5.1.	Localização e caracterização da área experimental.....	13
5.2.	Caracterização do solo .....	15
5.3.	Correção e preparo do solo e adubação de plantio.....	15
5.4.	Tratamentos e delineamento experimental.....	16
5.5.	Condução do experimento.....	16
5.6.	Características avaliadas .....	17
5.6.1.	Características vegetativas e de produção das plantas ao final do ciclo.....	17
a)	Massa da matéria fresca da parte aérea e da raiz (g planta <sup>-1</sup> ): .....	17
b)	Massa da matéria seca da parte aérea e da raiz (g planta <sup>-1</sup> ):.....	18
c)	Altura de parte aérea (cm).....	18
d)	Comprimento das raízes (cm): .....	18
e)	Diâmetro das raízes (cm): .....	18
f)	Produtividade (t ha <sup>-1</sup> ).....	18
5.6.2.	Características químicas da parte aérea e raiz .....	18
5.6.3.	Características físico-químicas das raízes .....	20
a)	Sólidos solúveis (SS).....	20
b)	Acidez titulável (AT) .....	20
d)	pH.....	20
e)	Teor de carotenóides .....	20
f)	Açúcares redutores: .....	21
5.7.	Análise estatística.....	21
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
6.1.	Características vegetativas e de produção das plantas de cenoura .....	23
6.1.1.	Efeito das doses de nitrogênio.....	23

6.1.2. Efeito dos parcelamentos .....	33
6.2. Teores de macronutrientes na folha diagnose das plantas de cenoura .....	35
6.2.1. Efeito das doses de nitrogênio.....	35
6.2.2. Efeito dos parcelamentos .....	37
6.3. Acúmulo de macronutrientes na parte aérea, raiz e acúmulo total no final do ciclo das plantas da cenoura.....	38
6.3.1. Efeito das doses de nitrogênio.....	38
6.3.2. Efeito dos parcelamentos .....	44
6.4. Características físico-químicas da raiz da cenoura.....	46
6.4.1. Efeito das doses de nitrogênio.....	46
6.4.2. Efeito dos parcelamentos .....	49
7. CONCLUSÕES.....	51
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Temperaturas máxima (Temp max), mínima (Temp min) e média (Temp med), durante a condução do experimento. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013. ...	14
Figura 2. Precipitação pluviométrica durante a condução do experimento. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.....	14
Figura 3. Vista geral do experimento 80 dias após a semeadura. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013. ....	17
Figura 4. Visão geral da parte aérea e raízes lavadas. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2013. ....	19
Figura 5. Lavagem da parte aérea e raiz para posterior secagem e determinação da massa da matéria seca, teor e acúmulo de macronutrientes. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2013.....	20
Figura 6. Extração do suco da raiz da cenoura utilizando centrífuga doméstica (A) e um mix (B). FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2013.....	21
Figura 7. Refratômetro manual para determinação dos sólidos solúveis na raiz da cenoura (A) e leitura do pH da raiz utilizando um potenciômetro digital (B). FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2013. ....	21
Figura 8. Altura da parte aérea das plantas de cenoura em função das doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos $1/3+1/3+1/3$ ( $y_1$ ) e $1/6+2/6+3/6$ ( $y_2$ ). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.....	24
Figura 9. Massa da matéria fresca da parte aérea das plantas de cenoura em função das doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos $1/3+1/3+1/3$ ( $y_1$ ) e $1/6+2/6+3/6$ ( $y_2$ ). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.....	25
Figura 10. Massa da matéria seca da parte aérea das plantas de cenoura em função das doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos $1/3+1/3+1/3$ ( $y_1$ ) e $1/6+2/6+3/6$ ( $y_2$ ). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.....	26
Figura 11. Comprimento da raiz das plantas de cenoura em função das doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos $1/3+1/3+1/3$ ( $y_1$ ) e $1/6+2/6+3/6$ ( $y_2$ ). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.....	27
Figura 12. Diâmetro da raiz das plantas de cenoura em função das doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos $1/3+1/3+1/3$ ( $y_1$ ) e $1/6+2/6+3/6$ ( $y_2$ ). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.....	28

- Figura 13. Massa da matéria fresca da raiz das plantas de cenoura em função das doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos  $1/3+1/3+1/3$  ( $y_1$ ) e  $1/6+2/6+3/6$  ( $y_2$ ). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.....29
- Figura 14. Massa da matéria seca da raiz das plantas de cenoura em função das doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos  $1/3+1/3+1/3$  ( $y_1$ ) e  $1/6+2/6+3/6$  ( $y_2$ ). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.....30
- Figura 15. Produtividade de raízes das plantas de cenoura em função das doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos  $1/3+1/3+1/3$  ( $y_1$ ) e  $1/6+2/6+3/6$  ( $y_2$ ). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.....31
- Figura 16. Teor de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na diagnose foliar em plantas de cenoura em função de doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos  $1/3+1/3+1/3$  ( $y_1$ ) e  $1/6+2/6+3/6$  ( $y_2$ ). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.....37
- Figura 17. Quantidades acumuladas de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte aérea, pelas plantas de cenoura no final do ciclo, em função de doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos  $1/3+1/3+1/3$  ( $y_1$ ) e  $1/6+2/6+3/6$  ( $y_2$ ). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013. ....39
- Figura 18. Quantidades acumuladas de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na raiz, pelas plantas de cenoura no final do ciclo, em função de doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos  $1/3+1/3+1/3$  ( $y_1$ ) e  $1/6+2/6$  ( $y_2$ ). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013. ....41
- Figura 19. Quantidades totais (parte aérea+raiz), acumuladas de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) pelas plantas de cenoura no final do ciclo, em função de doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos  $1/3+1/3+1/3$  ( $y_1$ ) e  $1/6+2/6+3/6$  ( $y_2$ ). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013. ....43
- Figura 20. Teor de sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/Acidez titulável, pH, concentração de carotenóides e teor de açúcares redutores na raiz da cenoura, em função de doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos  $1/3+1/3+1/3$  ( $y_1$ ) e  $1/6+2/6+3/6$  ( $y_2$ ). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013. ....49

**LISTA DE TABELAS**

- Tabela 1. Resultado da análise química básica do solo. FCA/UNESP, 2013. ....15
- Tabela 2. Comparação das médias para as características de altura da parte aérea (APA), massa da matéria fresca (MMFPA) e seca (MMSPA) da parte aérea, massa da matéria fresca (MMFR) e seca (MMSR) da raiz, comprimento (CR) e diâmetro (DR) da raiz e produtividade (PROD) para os dois parcelamentos. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013. ....35
- Tabela 3. Comparação das médias dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na diagnose foliar, da planta de cenoura. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013. ....38
- Tabela 4. Comparação das médias dos acúmulos de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte aérea, da planta de cenoura no final do ciclo para os dois parcelamentos. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013. ....45
- Tabela 5. Comparação das médias dos acúmulos de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na raiz, da planta de cenoura no final do ciclo para os dois parcelamentos. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013. 46
- Tabela 6. Comparação das médias dos acúmulos de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) no total (parte aérea+raiz), da planta de cenoura no final do ciclo para os parcelamentos. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013. ....46
- Tabela 7. Comparação das médias do teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), “ratio” (SS/AT), potencial hidrogeniônico (pH), açúcares redutores (AR) e concentração de carotenoides (CAR) para os dois parcelamentos. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013. ....50

## 1. RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de formas de parcelamentos e doses de nitrogênio em cobertura na produção, acúmulo de nutrientes e qualidade de cenoura. O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental São Manuel (FCA/UNESP), localizada em São Manuel-SP, no período de julho a novembro de 2013. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao caso, com nove tratamentos, resultantes de um fatorial  $4 \times 2$  + Testemunha sem adubação nitrogenada, com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído de quatro doses de nitrogênio em cobertura (60; 90; 120 e  $150 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e o segundo, de duas formas de parcelamento. No primeiro parcelamento, as doses foram divididas em três aplicações de  $1/3$  da dose e no segundo parcelamento foi  $1/6+2/6+3/6$  da dose. Foi utilizado o híbrido Belgrado. As características avaliadas no final do ciclo foram: características vegetativas (massa da matéria fresca e seca da parte aérea e altura da parte aérea), de produção (massa da matéria fresca e seca de raiz, diâmetro, comprimento e produtividade das raízes), teor e acúmulo de macronutrientes (na parte aérea e raiz) e características físico-químicas das raízes (sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável, pH, teor de carotenóides e açúcares redutores). Para a maioria das características vegetativa e de produção da raiz obteve-se efeito quadrático para as doses de nitrogênio em cobertura, com máxima produtividade estimada para a dose de  $138 \text{ kg de N ha}^{-1}$ . Os parcelamentos não influenciaram nos teores de macronutrientes na diagnose foliar, porém influenciaram a maioria das características vegetativas e de produção de raízes, com maiores valores para o parcelamento  $1/6+2/6+3/6$ . O acúmulo dos macronutrientes

pela planta de cenoura apresentou efeito quadrático em função das doses de nitrogênio em cobertura, sendo os maiores acúmulos no parcelamento 1/3+1/3+1/3 obtidos com doses na faixa de 105 a 127 kg de N ha<sup>-1</sup> e no parcelamento 1/6+2/6+3/6 com as doses na faixa de 135 a 140 kg de N ha<sup>-1</sup>. A ordem decrescente dos macronutrientes acumulados pela planta de cenoura (parte aérea+raiz) nos dois parcelamentos foi: potássio > nitrogênio > cálcio > fósforo > magnésio > enxofre. As características físico-químicas apresentaram valores máximos para doses distintas de nitrogênio em cobertura e o parcelamento 1/6+2/6+3/6 proporcionou maior relação sólidos solúveis/acidez titulável e teor de carotenoides.

Palavras-Chaves: *Daucus carota* L., adubação, nitrogênio

## 2. SUMMARY

**PARCELING AND NITROGEN RATES IN COVERAGE IN PRODUCTION, NUTRIENTS ACCUMULATION AND CARROT QUALITY. Botucatu, 2015. 61 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.**

Autor: LIDIANE FERNANDES COLOMBARI

Orientador: ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO

The objective of this study was to assess the effect of forms of installments and nitrogen rates in covering the production, accumulation of nutrients and quality of carrot. The experiment was conducted in São Manuel Experimental Farm (FCA/UNESP), located in São Manuel-SP, in the period from July to November 2013. The experimental design was a randomized blocks, with nine treatments resulting from factorial 4x2 + control without nitrogen fertilization, with four replications. The first factor consisted of four nitrogen rates in covering (60, 90, 120 and 150 kg ha<sup>-1</sup>) and the second, parceling in two ways. In the first parceling rates were divided into three applications of 1/3 of the rate and the second parceling was 1/6+2/6+3/6 the dose. Belgrade hybrid was used. Vegetative characteristics (fresh and dry weight of shoot and shoot height), production (roots fresh and dry weight, diameter and length of the roots and yield), content and accumulation of macronutrients (shoot and root) and root physico-chemical characteristics (soluble



solids, titratable acidity, soluble solids / titratable acidity, pH, carotenoids content and reducing sugars) were evaluated at the end of the cycle. For most of vegetative characteristics and root production in was obtained quadratic effect for nitrogen levels in coverage, with estimated maximum yield at the rate of 138 kg of N ha<sup>-1</sup>. The parceling don't influence the levels of macronutrients on leaf analysis, however influenced most vegetative characteristics and root production, with higher values for the parceling 1/6+2/6+3/6. The accumulation of macronutrients by the carrot plant, showed a quadratic effect in function of nitrogen rates in coverage, with the highest accumulation in the parceling 1/3+1/3+1/3 obtained with rates in the between 105 and 127 kg of N ha<sup>-1</sup> and parceling 1/6+2/6+3/6 at doses in the between 135 and 140 kg of N ha<sup>-1</sup>. The decreasing order of macronutrients accumulated by the carrot plant in two parceling was: potassium > nitrogen > calcium > phosphorus > magnesium > sulfur. The physico-chemical characteristics showed maximum values for different rates of nitrogen in coverage and the parceling 1/6+2/6+3/6 provided higher soluble solids/titratable acidity and carotenoid content.

Keywords: *Daucus carota* L., fertilization, nitrogen

### 3. INTRODUÇÃO

O nitrogênio é constituinte de vários compostos nas plantas, como dos aminoácidos, ácidos nucleicos e da molécula de clorofila, fazendo-se, dessa forma, parte das principais reações bioquímicas e tornando-se um dos nutrientes absorvidos em maiores quantidades (CANTARELLA, 2007). Na cenoura, doses adequadas de nitrogênio promovem maior resistência ao armazenamento, porém quando se força um maior crescimento da raiz com doses excessivas, o produto final perde resistência no armazenamento.

É um nutriente, muitas vezes limitante na nutrição das plantas (FERNANDES, 2010), por ser um elemento de alta mobilidade, perdendo-se facilmente por volatilização ou lixiviação (ALVES et al., 2009). As perdas de nitrogênio também são intensificadas em solos arenosos, devido a pouca ou a ausência de elementos agregadores como a matéria orgânica e a argila, menor capacidade de armazenamento de água, o que aumenta a percolação pelo perfil do solo e, conseqüentemente, o arraste de partículas e nutrientes.

Em função das perdas, menos de 50% do nitrogênio fornecido é aproveitado pelas plantas durante seu desenvolvimento (ANGHINONI, 1986; BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000). Devendo a adubação nitrogenada ser em maiores quantidades e aplicações (BORTOLINI, 2000).

Desse modo, o manejo adequado da adubação, através do parcelamento, visa, além de reduzir as perdas, favorecer um eficiente aproveitamento dos nutrientes pelas plantas. Durante seus vários estádios de crescimento, a planta necessita de quantidades diferentes de nutrientes, isto é, quando a planta é nova, a

absorção de nutrientes é pequena, depois segue-se um período de acumulação logarítmica e num período final há uma fase de estabilização.

Nas hortaliças, uma pequena parte do nitrogênio é fornecida antes da semeadura juntamente com fósforo e potássio, e o restante distribuído em cobertura, em uma ou mais vezes, coincidindo com o período de maior exigência da cultura. Do nitrogênio aplicado durante o desenvolvimento da cenoura, cerca de 10 a 15% é absorvido no início e no final do seu crescimento e o restante 85-90% durante a fase de crescimento da planta (RAYNAL-LACROIX, 1994; MONIRUZZAMAN et al., 2013).

Em virtude das plantas requererem quantidades diferentes de nutrientes durante seus vários estádios de crescimento e devido à rápida perda do nitrogênio, o fornecimento dos adubos na época de maior exigência e a utilização nas doses recomendadas, são de grande importância, tanto pela forma como as plantas respondem a essa prática como pelos custos envolvidos na aquisição dos mesmos. Dessa forma, estabeleceu-se a hipótese de que o fornecimento deste nutriente em cobertura através de diferentes formas de parcelamentos poderia proporcionar melhor aproveitamento pelas plantas nos seus estádios de maior exigência nutricional.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi verificar o efeito de formas de parcelamentos e doses de nitrogênio em cobertura na produção, acúmulo de nutrientes e qualidade de cenoura.

## 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1. Aspectos gerais da espécie

A cenoura é uma hortaliça pertencente à família Apiaceae, espécie *Daucus carota* L., originária da Ásia, na região onde hoje se localiza o Afeganistão (FILGUEIRA, 2008). É considerada a principal hortaliça-raiz em valor alimentício, rica em  $\beta$ -catoreno, precursor da vitamina A e em sais minerais (PANAZZOLO, 2011).

No cenário econômico brasileiro é a quinta hortaliça de maior importância econômica com volume comercializado pela Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) em 2012 de aproximadamente 98 mil toneladas (AGRIANUAL, 2013). A área cultivada anualmente é superior a 26.000 hectares e produção estimada em 750 mil toneladas (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2013).

A principal região produtora dessa hortaliça é a de São Gotardo, no Alto Paranaíba no estado de Minas Gerais. Contudo, outros polos de produção também têm importância como a região de Marilândia do Sul no Paraná, Irecê na Bahia, Piedade em São Paulo, Cristalina em Goiás e Carandaí em Minas Gerais (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2013).

A cenoura é uma espécie de clima ameno cultivada na primavera, no verão e no outono em países de clima temperado e no inverno em países de clima subtropical. No Brasil, após o advento de cultivares tolerantes ao calor, a cenoura é cultivada durante o ano todo (FINGER, 2005). No cultivo de outono e inverno são utilizadas as cultivares importadas do grupo Nantes e no cultivo

de primavera e verão as cultivares nacionais dos grupos Brasília e Kuroda (REGHIN; DUDA, 2000).

A semeadura é realizada diretamente nos sulcos, geralmente de forma mecanizada, no sentido longitudinal dos canteiros ou de forma manual. O ciclo fenológico da cenoura, desde a semeadura até a colheita, varia de 85 a 110 dias, dependendo da cultivar, do clima e da época de colheita (FILGUEIRA, 2008). A germinação das sementes ocorre numa faixa de temperaturas de 8 a 35 °C, sendo que para haver uma germinação rápida e uniforme o ideal são temperaturas de 20 a 30 °C. A emergência ocorre entre 7 a 10 dias após a semeadura (VIEIRA; MAKISHIMA, 2000).

A planta possui ciclo bienal, embora cultivada como anual, é herbácea, apresenta caule pouco perceptível, as folhas são constituídas por folíolos finamente recortados, com pecíolos longos e afinados, formando um tufo de folhas em posição vertical, atingindo cerca de 50 cm de altura. A parte comercializável é uma raiz pivotante, tuberosa, carnuda, lisa, reta e sem ramificações, de formato cilíndrico ou cônico (FILGUEIRA, 2008).

A produção de cenoura é afetada pela temperatura, sendo de 10 a 15 °C ideais para a formação das raízes, podendo algumas cultivares desenvolver-se sob temperaturas de 18 a 25°C. Acima de 30°C a cenoura tem o ciclo vegetativo reduzido afetando o desenvolvimento e a produtividade das raízes (VIEIRA; MAKISHIMA, 2000).

O florescimento das cultivares nacionais é induzido por baixas temperaturas ou fotoperíodo crescente. A planta emite um pendão floral de até 1,5 m de altura que termina em uma inflorescência chamada umbela primária, ou de primeira ordem. Nas axilas foliares do pendão floral surgem ramificações laterais que sustentam as umbelas chamadas de secundárias. As hastes destas ramificam-se emitindo as umbelas terciárias. À medida que aumenta a ordem, as umbelas são cada vez mais numerosas e menores (BORTHWICK, 1931; CARDOSO, 2000). O florescimento individual das umbelas de uma determinada ordem varia de 7 a 10 dias e uma planta pode permanecer em processo de florescimento por 30 a 50 dias (FINGER, 2005).

#### **4.2. Adubação em cenoura**

A adubação tem importante influência na produtividade da cenoura (MENEZZO, 2010), na qualidade da raiz (LUZ et al., 2009), no armazenamento (MÜLLER, 1982) e na rentabilidade do cultivo (CECÍLIO FILHO; PEIXOTO, 2013).

Na adubação em cenoura podem ser utilizados adubos tanto de fontes orgânicas como inorgânicas. As fontes inorgânicas de nitrogênio mais utilizadas na agricultura brasileira são a uréia e o sulfato de amônio (BARBOSA FILHO et al., 2004). A uréia apresenta maior teor de N (45%), maior compatibilidade para uso em mistura com outros fertilizantes e menor custo, entretanto, é a fonte mais suscetível a perdas por volatilização (SCIVITTARO et al., 2004). O sulfato de amônio possui 21% de N o que aumenta os custos por unidade de N, porém é a uma fonte menos sujeita a perda por volatilização (PRIMAVESI et al., 2004), além de apresentar em sua composição o enxofre (23%), um importante nutriente que está presente em todas as funções e processos vitais da planta (STIPP; CASARIN, 2010).

As recomendações de adubação de plantio por Trani et al. (1997) utilizando fontes inorgânicas, é que, sejam fornecidos 20 kg de N ha<sup>-1</sup>, 180 a 360 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> e 60 a 180 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Em cobertura recomendam de 60 a 120 kg de N ha<sup>-1</sup> e 30 a 60 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, devendo as doses serem parceladas em três vezes, aos 15, 30 e 50 dias após a emergência.

Já em épocas chuvosas, Vieira e Makishima (2000) recomendam a aplicação em cobertura de 60 kg de N ha<sup>-1</sup> e 60 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, aos 30 e 60 dias após a emergência.

Araújo et al. (2004) sugerem para adubação em cenoura a utilização de combinações de doses intermediárias de P (29,47 a 41,26 kg ha<sup>-1</sup>) e de cama de frango (10,0 a 14,0 t ha<sup>-1</sup>) em solos já cultivados, onde se tenham feitas adubações de manutenção e ou correção. Hailu et al. (2008) recomendam, para o local de estudo, combinações de 309 kg de P orgânico ha<sup>-1</sup> com 274 kg de N ha<sup>-1</sup> para obtenção de altas produções em cenoura, devendo todo o P ser aplicado no plantio e o nitrogênio dividido em três aplicações (no momento da emergência, dois meses após a semeadura e um mês antes da colheita).

Outras pesquisas como a de Oliveira et al. (2001), comparando a produção de raízes de cenoura cultivadas com húmus de minhoca e adubo mineral, mostram que aplicação no plantio de 800 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato

simples juntamente com 136 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio e, em cobertura, 200 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônia (aplicadas aos 30 e 60 dias após a semeadura) proporcionam produções de 25,5 t ha<sup>-1</sup> de raízes, o que representou 64,7% de superioridade na produção quando comparada com a ausência da adubação inorgânica. Negrini e Melo (2007), testando doses de composto orgânico (0, 10, 20, 40 e 80 kg ha<sup>-1</sup>) como fonte de nitrogênio, não obtiveram influência na produtividade das raízes. Zanfirov et al. (2012), aplicando potássio em cobertura na cenoura, verificaram que as doses estudadas (0; 23; 45; 68 e 90 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) tiveram efeito quadrático sobre a produtividade de raízes, com máximo valor estimado para a dose de 41,6 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. E observaram que ao aplicar a maior dose de potássio obtiveram menor produtividade do que para a dose zero, mostrando que a adubação em excesso, além de ser desperdício, pode prejudicar a produção. Moniruzzaman et al. (2013) sugerem que, nas condições do estudo, a dose de 100 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura é adequada para o crescimento e produtividade da cenoura. Com esta dose, esses autores obtiveram maior altura de planta, número de folhas, comprimento de raízes, matéria fresca e seca de folhas, matéria fresca e seca de raiz e maior produção comercial de raiz. Mubashir et al. (2010) indicam para a obtenção de alta produção e rendimentos lucrativos de cenoura a adubação nitrogenada com 150 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura.

A adubação também influencia nas características físico-químicas da raiz da cenoura, como mostram a pesquisa de Figueiredo Neto et al. (2011), onde a utilização de 20 t ha<sup>-1</sup> de adubo orgânico no plantio proporcionou aumento na concentração de sólidos solúveis e firmeza da raiz. Boskovic-Rakocevic et al. (2012) também mostraram que a adubação nitrogenada no plantio com 120 e 180 kg de N ha<sup>-1</sup>, aumenta o teor de β-caroteno.

A adubação nitrogenada pode ainda influenciar no acúmulo de macros e micronutrientes na raiz da cenoura, como mostram Smoleń e Sady (2009), em que a aplicação foliar e via solo de nitrogênio proporcionaram maiores acúmulos de K, Ca, Mg, Mn, B e Fe.

### **4.3. Parcelamento de nitrogênio em hortaliças**

A eficiência na utilização do N pela planta pode ser alcançada através do parcelamento, pois permite que haja um sincronismo entre a

quantidade fornecida e a necessidade da planta durante seu desenvolvimento (BARBOSA FILHO et al., 2004).

Vieira Filho et al. (2014), testando parcelamentos (0, 1, 2, 3, 4 e 5) para uma dose de 90 kg de N ha<sup>-1</sup> via água de irrigação em cenoura 'Brasília', verificaram o efeito crescente linear dos parcelamentos nas características avaliadas (massa total, massa da raiz, comprimento total, comprimento da raiz, diâmetro superior e inferior da raiz) e o maior número de parcelamentos (5) resultou nos melhores resultados. Zanella e Moreira (2013) relataram respostas positivas em cenoura para as doses de nitrogênio em cobertura aplicadas aos 15, 30 e 50 dias após a emergência (DAE), sendo a dose de 160 kg ha<sup>-1</sup> de N a que proporcionou maior produtividade, nas condições estudadas. Luz et al. (2009), avaliando diferentes tratamentos de adubação de cobertura com nitrogênio, potássio e cálcio em cenoura, verificaram que a aplicação conjunta desses nutrientes aumentou a produtividade de raízes comerciais.

Em batata doce, Foloni et al. (2013) verificaram que o máximo incremento de produtividade foi alcançado com a adubação de cobertura combinada com N e K aplicados aos 39 dias após o plantio (DAP). Alves et al. (2009), também em batata doce, avaliando fontes e parcelamentos de N, constataram que, independentemente da fonte, a aplicação de N estimula o rendimento, quando fornecido uma parte no plantio e o restante em partes iguais aos 30 e 60 DAP. Ferreira (2006) observou maior massa média de raízes comerciais de batata-doce quando o nitrogênio foi aplicado aos 30 e 60 DAP, assim como Oliveira et al. (2005) que verificaram máxima produção de raízes de batata doce com o nitrogênio fornecido aos 30 e 60 DAP. Ribeiro et al. (1999) recomendam, em batata doce, que o parcelamento seja feito aplicando-se 50% da dose recomendada no plantio juntamente com o fósforo e o potássio, e o restante aos 30 DAP.

Em inhame, Barbosa (2004) obteve maior produtividade com o nitrogênio aplicado 50% aos três e 50% aos quatro meses após o plantio. Já em taro, Zárate et al. (2004) constataram produtividades elevadas aplicando-se o nitrogênio aos 28 e 56 DAP.

Na beterraba, Trani et al. (2005) obtiveram maior produtividade de raízes comerciais aplicando-se nitrogênio aos 28 e 49 dias após o desbaste. Em rabanete, Cardoso e Hiraki (2001), avaliando duas épocas de aplicação



de nitrogênio em cobertura, observaram maiores produções comerciais quando o N foi aplicado nove dias após a semeadura.

Resende e Souza (2001), em alho, testando três épocas de aplicação de nitrogênio (30, 50 e 70 DAP) não observaram diferenças estatísticas entre as características de produção. Já Santos (1997) obteve a maior altura de plantas, maior número de folhas por planta e maior área foliar quando o nitrogênio foi parcelado aos 30 e 60 DAS.

Kurtz et al. (2013) não obtiveram efeito do parcelamento da adubação nitrogenada no rendimento e na conservação pós-colheita dos bulbos em cebola. Porém, houve redução das perdas de pós colheita quando a dose foi dividida em três parcelamentos, aplicadas igualmente aos 30, 60 e 90 dias após o transplante (DAT).

Além do mais, o parcelamento do nitrogênio trás como vantagens a redução da lixiviação, principalmente em solos arenosos, que devido a pouca ou a ausência de elementos agregadores como a matéria orgânica e argila e menor capacidade de armazenamento de água, aumenta a percolação de partículas de solo e nutrientes (BORTOLINI, 2000).

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1. Localização e caracterização da área experimental

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental São Manuel, localizada no município de São Manuel-SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Botucatu-SP. As coordenadas geográficas da área são: 22° 46’ de latitude sul, 48° 34’ de longitude oeste e altitude de 740 m.

O clima do município de São Manuel-SP, conforme a classificação de Köppen, é do tipo *Cfa*, clima temperado quente (mesotérmico) úmido, com chuvas concentradas de novembro a abril, sendo a precipitação média anual do município de 1.376 mm, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C (CUNHA; MARTINS, 2009).

Os dados de temperatura (Figura 1) e precipitação (Figura 2) observados durante o período de condução do experimento foram obtidos junto ao Departamento de Engenharia Rural, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP de Botucatu-SP.

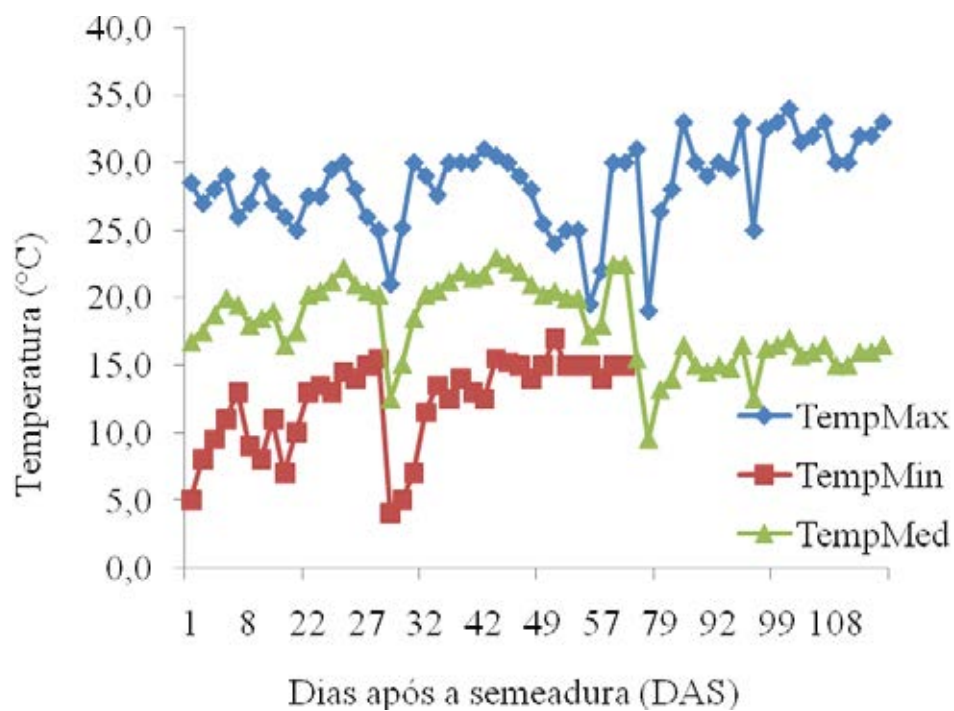


Figura 1. Temperaturas máxima (Temp max), mínima (Temp min) e média (Temp med), durante a condução do experimento. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.

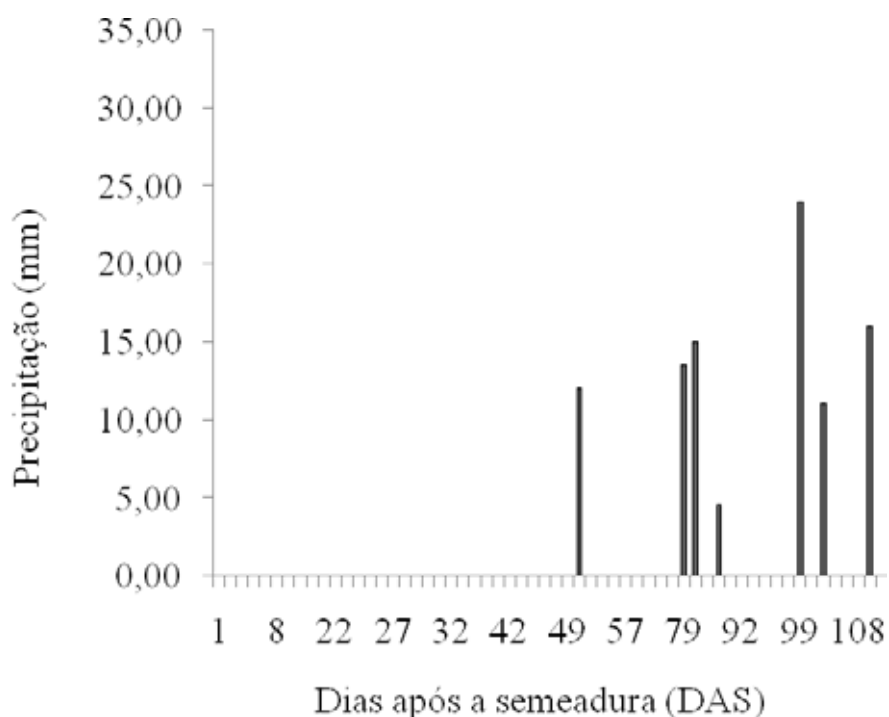


Figura 2. Precipitação pluviométrica durante a condução do experimento. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.

## 5.2. Caracterização do solo

O solo foi classificado por Espíndola et al. (1974) como Latossolo Vermelho Escuro fase arenosa, denominado pela nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMPRAPA, 2006) como Latossolo Vermelho Distrófico Típico. É um solo arenoso, com cerca de 836, 116 e 48 g kg<sup>-1</sup> de areia, silte e argila, respectivamente.

Antes da instalação do experimento foi feita análise química do solo. A amostra de solo foi obtida a partir de 10 sub-amostras, componentes de uma amostra composta, retiradas da área experimental na profundidade de 0-20 cm. As sub-amostras foram misturadas formando uma única amostra, e sem seguida, colocadas para secar em estufa de circulação de ar forçado a 45°C. Posteriormente, foi levada ao Departamento de Recursos Naturais - Área de Ciência do Solo - Faculdade de Ciências Agrônômicas para a determinação dos teores de macronutrientes (P, K, Ca, Mg), do pH, da matéria orgânica, da acidez potencial (H+Al), da soma de bases, capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%). As características químicas avaliadas, de acordo com a metodologia de Trani e Rajj (1997), encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise química básica do solo. FCA/UNESP, 2013.

pH	M.O	Presina	Al <sup>3+</sup>	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
CaCl <sub>2</sub>	g.dm <sup>-3</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>	-----mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> -----							
5,3	7	40	--	20	1,9	37	6	45	65	70

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da UNESP/FCA.

## 5.3. Correção e preparo do solo e adubação de plantio

A calagem foi realizada dois meses antes do plantio para elevar a saturação por bases para 80%, que é a recomendada para o plantio da cenoura.

O solo foi preparado através da aração e gradagem, além da utilização de enxada rotativa (encanteiradora), para erguer quatro canteiros equidistantes, com altura aproximada de 0,20 m.

Com base na análise química do solo (Tabela 1), e segundo a recomendação de Trani e Raij (1997), foi realizada a adubação inorgânica de plantio fornecendo 3,6 kg do formulado 4-14-8 na área de 100 m<sup>2</sup>. O adubo foi distribuído sobre os canteiros e incorporado ao solo a 20 cm de profundidade com a enxada rotativa encanteiradora.

#### **5.4. Tratamentos e delineamento experimental**

Foram avaliados nove tratamentos, em esquema fatorial 4x2 + testemunha sem adubação nitrogenada, no delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído de quatro doses de nitrogênio em cobertura (60; 90; 120 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N) e o segundo de duas formas de parcelamento. No primeiro parcelamento as doses foram divididas em três aplicações de 1/3 da dose em cada aplicação e no segundo parcelamento foi de 1/6 + 2/6 + 3/6 da dose, na primeira, segunda e terceira aplicação, respectivamente. As aplicações foram realizadas aos 15, 30 e 50 dias após a emergência (DAE), juntamente com a adubação potássica, conforme as recomendações de Trani e Raij (1997).

As doses estudadas nesta pesquisa foram baseadas na recomendação de Trani e Raij (1997), que propõem de 60 a 120 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura para cenoura. A fonte de nitrogênio e potássio utilizada foi o sulfato de amônio que contem 21% de N e o cloreto de potássio, respectivamente.

As parcelas experimentais tinham dimensões de 2,0 x 1,0 m, totalizando 2 m<sup>2</sup>. Cada parcela experimental foi constituída de quatro linhas espaçadas 0,25 m (Figura 3). Foram consideradas como área útil as duas linhas centrais de cada parcela experimental e as linhas de plantas das extremidades foram consideradas como bordadura. Foram analisadas plantas colhidas ao acaso das linhas centrais das parcelas.

#### **5.5. Condução do experimento**

A semeadura foi realizada manualmente dia 31 de julho de 2013 e o desbaste das plantas 21 dias após a semeadura (DAS), deixando uma população de 20 plantas por metro de linha, espaçadas de 0,05m. Foi utilizado o híbrido Belgrado, que apresenta folhas verde-escuras, vigorosas, eretas, com ótima

sanidade e raízes de excelente coloração, e, ciclo variando de 115 a 125 dias. Na ausência de chuva, era realizada a irrigação utilizando o sistema por aspersão.

O controle das plantas espontâneas foi realizado com capinas utilizando enxadas entre as linhas e manualmente entre as plantas, quando necessário. Houve necessidade de controle de doenças (queima das folhas), sendo utilizado o produto Amistar® (400 mL do i.a. ha<sup>-1</sup>) do grupo químico das estrobilurinas. Não foi necessário o controle de pragas.

A colheita das plantas para avaliação das características vegetativas, de produção e acúmulo de nutrientes foi realizada dia 08 de novembro de 2013, aos 100 dias após a semeadura, onde as raízes apresentavam comprimento e diâmetro médio de 17,87 cm e 35,22 mm, respectivamente. Para a avaliação das características físico-química, as plantas foram coletas aos 102 DAS.



Figura 3. Vista geral do experimento 80 dias após a semeadura. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.

## 5.6. Características avaliadas

### 5.6.1. Características vegetativas e de produção das plantas ao final do ciclo

- a) **Massa da matéria fresca da parte aérea e da raiz (g planta<sup>-1</sup>):** foram avaliadas 20 raízes por parcela. Separou-se a parte aérea da raiz e, em

seguida, foi obtida a massa da matéria fresca da parte aérea e da raiz pela pesagem utilizando uma balança digital, com precisão de 0,1g.

- b) **Massa da matéria seca da parte aérea e da raiz (g planta<sup>-1</sup>):** foram coletadas ao acaso a parte aérea e a raiz de cinco plantas por parcela. As raízes foram cortadas em fatias (de aproximadamente 1 cm de espessura) e, em seguida, foram identificadas e acondicionadas em sacos de papel para posterior secagem em estufas de circulação de ar forçada a 65°C, até atingirem massa constante. Após este procedimento, os materiais foram pesados em balança digital, com precisão de 0,1g.
- c) **Altura de parte aérea (cm):** no dia da colheita foi mensurada a altura da parte aérea de 20 plantas por parcela com auxílio de uma régua, medindo-se do colo até a extremidade foliar.
- d) **Comprimento das raízes (cm):** foi mensurado o tamanho de 20 raízes por parcela com auxílio de uma régua, medindo-se a raiz do colo até a extremidade.
- e) **Diâmetro das raízes (cm):** foi mensurado o diâmetro de 20 raízes por parcela com auxílio de um paquímetro digital, medindo-se as raízes próximas à inserção das folhas.
- f) **Produtividade (t ha<sup>-1</sup>):** foi estimada com base na multiplicação do número de plantas por hectare pela massa da matéria fresca das raízes.

### 5.6.2. Características químicas da parte aérea e raiz

Foi determinado o teor de macronutrientes na fase de diagnose foliar e acúmulo dos mesmos no final do ciclo. A diagnose foliar foi realizada no dia 27/09/2013 (58 DAS) coletando-se as folhas recém-maduras, num total de 15 folhas (folha+pecíolo) ao acaso por parcela para a avaliação do estado nutricional, de acordo com as recomendações de diagnose foliar propostas por Trani e Raij (1997).

Para acúmulo de nutrientes foram utilizadas duas plantas por parcela, as quais foram fracionadas em parte aérea e raiz (Figura 4).

O material para diagnose foliar e acúmulo de nutrientes foi lavado com detergente neutro e água corrente e, em seguida, com água destilada (Figura 5). Depois da retirada do excesso de água, as amostras foram colocadas em sacos de papel, identificadas e levadas para secagem em estufa de circulação de ar

forçada à 65°C, até atingirem massa constante, conforme a metodologia proposta por Malavolta et al. (1997). Após a secagem, as amostras foram pesadas para obter a massa da matéria seca. Em seguida, cada amostra passou pela moagem no moinho tipo Wiley. Depois de moídas, todas as amostras foram levadas para o Laboratório de Análise Química de Plantas do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da UNESP (FCA), para obter os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, em  $\text{g kg}^{-1}$  de massa da matéria seca. A quantidade dos nutrientes acumulados foi obtida pela multiplicação do teor de cada nutriente pela massa da matéria seca da amostra.

Após estes procedimentos, foram determinadas as seguintes características químicas:

- a) Acúmulo de macronutrientes na parte aérea ( $\text{g planta}^{-1}$ );
- b) Acúmulo de macronutrientes na raiz ( $\text{g planta}^{-1}$ );
- c) Acúmulo total (parte aérea + raiz) de macronutrientes ( $\text{g planta}^{-1}$ ).



Figura 4. Visão geral da parte aérea e raízes lavadas. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2013.





Figura 5. Lavagem da parte aérea e raiz para posterior secagem e determinação da massa da matéria seca, teor e acúmulo de macronutrientes. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2013.

### 5.6.3. Características físico-químicas das raízes

- a) **Sólidos solúveis (SS)**: foram utilizadas três raízes ao acaso por parcela, das quais foi extraído o suco utilizando uma centrífuga doméstica e um mix (Figura 6 A e B). Duas gotas foram colocadas no refratômetro digital Atago (Figura 7 A), com compensação de temperatura automática, expressa diretamente em ° Brix, conforme a recomendação feita pela A.O.A.C. (2005).
- b) **Acidez titulável (AT)**: obtida por titulometria com solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1N, tendo como indicador o ponto de viragem da fenolftaleína, utilizando-se 5g de polpa homogeneizada de três raízes, diluída em 100 mL de água destilada. Os valores obtidos foram em porcentagem de ácido málico (g de ácido málico 100g<sup>-1</sup> de tecido fresco), conforme as normas do Instituto Adolfo Lutz, publicadas em Brasil (2005).
- c) **Índice de maturação “Ratio” - IM**: foi obtido através da relação entre os sólidos solúveis (SS) e a acidez titulável (AT). Onde,  $IM = SS/AT$  (TRESSLER e JOSLYN, 1961).
- d) **pH**: após a trituração de três raízes foi determinado o pH por leitura direta utilizando-se um potenciômetro Micronal modelo B-221 (Figura 7 B), conforme as normas do Instituto Adolfo Lutz, publicadas em Brasil (2005).
- e) **Teor de carotenóides**: a extração dos carotenóides foi feita de acordo com metodologia descrita pela A.O.A.C. (2005). A determinação baseia-se na extração em hexano e álcool isopropílico, com posterior leitura em

espectrofotômetro no comprimento de onda de 450 nm. Para esta análise foram utilizadas duas raízes ao acaso por parcela.

- f) **Açúcares redutores:** foram determinados pelo método descrito por Somogyi e adaptado por Nelson (1944), onde as leituras foram feitas utilizando o aparelho espectrofotômetro Micronal B 382, no comprimento de onda de 535 nm, com os resultados expressos em porcentagem. Foram utilizadas três raízes ao acaso por parcela.

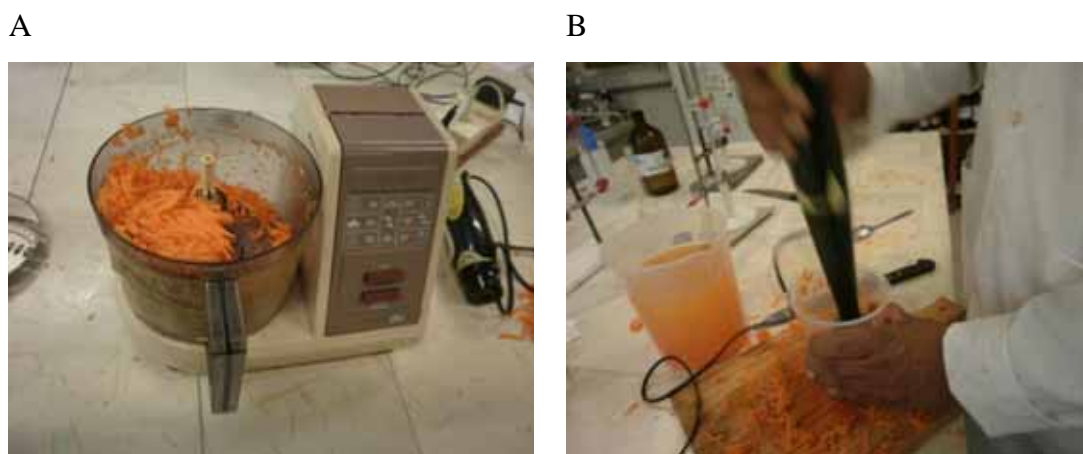


Figura 6. Extração do suco da raiz da cenoura utilizando centrífuga doméstica (A) e um mix (B). FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2013.

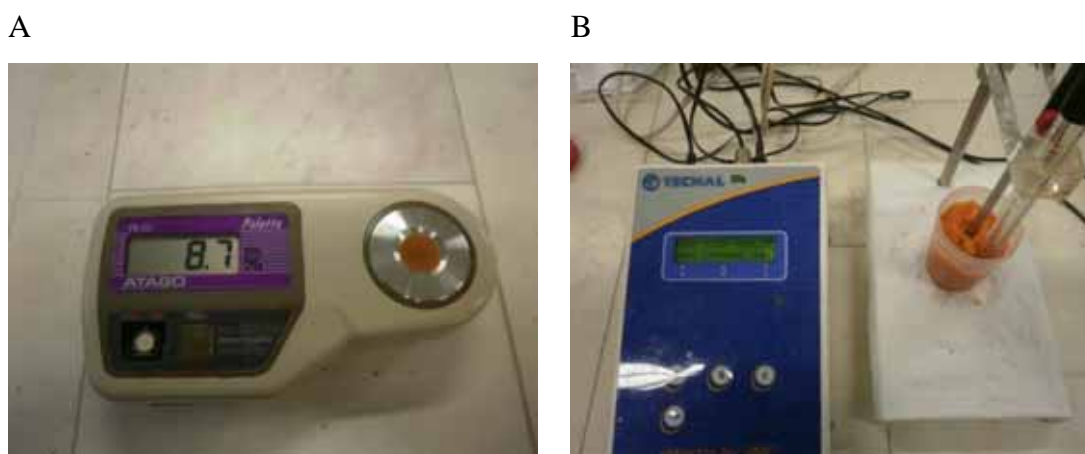


Figura 7. Refratômetro manual para determinação dos sólidos solúveis na raiz da cenoura (A) e leitura do pH da raiz utilizando um potenciômetro digital (B). FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2013.

### 5.7. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey (5%) para comparar os parcelamentos e de regressão para verificar o efeito de

doses de nitrogênio nas características avaliadas. A testemunha foi considerada dose zero na análise de regressão.

As análises foram realizadas com o programa Sisvar 5.3 - Programa de Análises Estatísticas e Planejamento de Experimentos da Universidade de Lavras (FERREIRA, 2010).

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre parcelamentos e doses de nitrogênio em cobertura para as características vegetativas, de produção, teor de nutrientes na diagnose foliar, acúmulo de nutriente e nas características físico-químicas da cenoura. Desse modo, foram analisados os efeitos dos fatores separadamente.

### 6.1. Características vegetativas e de produção das plantas de cenoura

#### 6.1.1. Efeito das doses de nitrogênio

A altura da parte aérea no parcelamento 1/3+1/3+1/3 não foi influenciada pelas doses de nitrogênio em cobertura, com média de 42,16 cm (Figura 8). No parcelamento 1/6+2/6+3/6 verificou-se aumento linear para altura da planta em função das doses de nitrogênio em cobertura, com maior valor de 43,95 cm para a dose de 150 kg de N ha<sup>-1</sup>. Para cada 10 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura há um aumento de 0,21 cm na altura da parte aérea (Figura 8). Apesar das diferenças, estas foram pequenas variando de 40,92 cm na dose zero até 43,95 cm para a dose de 150 kg de N ha<sup>-1</sup>.

A altura observada neste trabalho foi semelhante a encontrada por Zanella e Moreira (2013), 41,5 cm, quando aplicado 160 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura em cenoura Nantes e maior que a relatada por Hailu et al. (2008), de

20,44 cm aplicando 309 kg de P orgânico ha<sup>-1</sup> no plantio + 411 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura, também em cenoura Nantes. Moniruzzaman et al. (2013) obtiveram altura pouco superior de 47,36 cm com a cultivar 'New Kuroda', quando fornecido 130 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura.

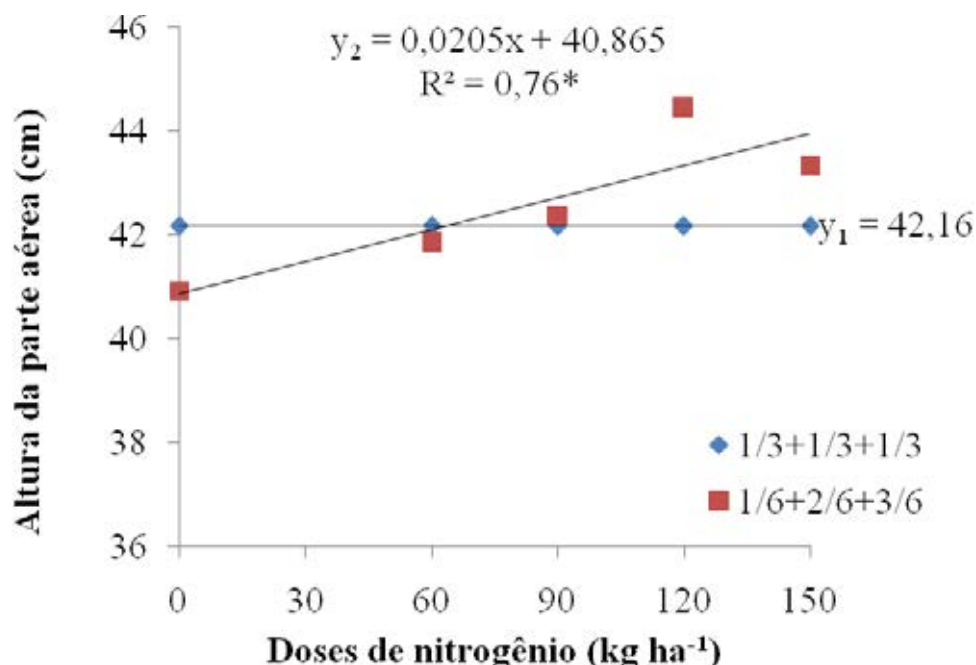


Figura 8. Altura da parte aérea das plantas de cenoura em função das doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos 1/3+1/3+1/3 (y<sub>1</sub>) e 1/6+2/6+3/6 (y<sub>2</sub>). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.

A massa da matéria fresca da parte aérea teve efeito quadrático no parcelamento 1/3+1/3+1/3 com máxima estimada de 37,70 g com a dose de 95 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura (Figura 9). No parcelamento 1/6+2/6+3/6 observou-se aumento linear da massa da matéria fresca da parte aérea para as doses de nitrogênio em cobertura (Figura 9), indicando que, mesmo as maiores doses de N em cobertura utilizadas não foram suficientes para a máxima produção de matéria fresca da parte aérea. O valor máximo estimado para a maior dose (150 kg ha<sup>-1</sup>) foi de 47,60 g planta<sup>-1</sup>. Valor superior (90,37 g) foi encontrado por Zanfirov et al. (2012) para a maior massa da matéria fresca da parte aérea com o híbrido Bangor, aplicando-se 42,7 t ha<sup>-1</sup> de potássio em cobertura.

A massa da matéria seca da parte aérea apresentou aumento linear nos dois parcelamentos, com aumentos de 0,079 g e 0,25 g para cada 10 kg de

N ha<sup>-1</sup> em cobertura, no parcelamento 1/3+1/3+1/3 e 1/6+2/6+3/6, respectivamente (Figura 10). Cecilio Filho e Peixoto (2013) obtiveram ao final do cultivo de cenoura ‘Forto’, acúmulo de matéria seca da parte aérea de 5,45 g. Já Souza et al. (2003) verificaram acúmulo de 15,5 g para a cultivar Brasília, ao final do ciclo. De acordo com Cecilio Filho e Peixoto (2013), as diferenças nas quantidades acumuladas de matéria seca na parte aérea podem ser devidas, primeiramente, a cultivar e também as condições de fertilidade do solo e nutrição da planta.

Para a maioria das características relacionadas à parte aérea percebe-se a importância das doses de nitrogênio, principalmente no parcelamento 1/6+2/6+3/6, com aumentos nos valores até a maior dose avaliada ou até valores próximos a dose máxima (150 kg ha<sup>-1</sup>).

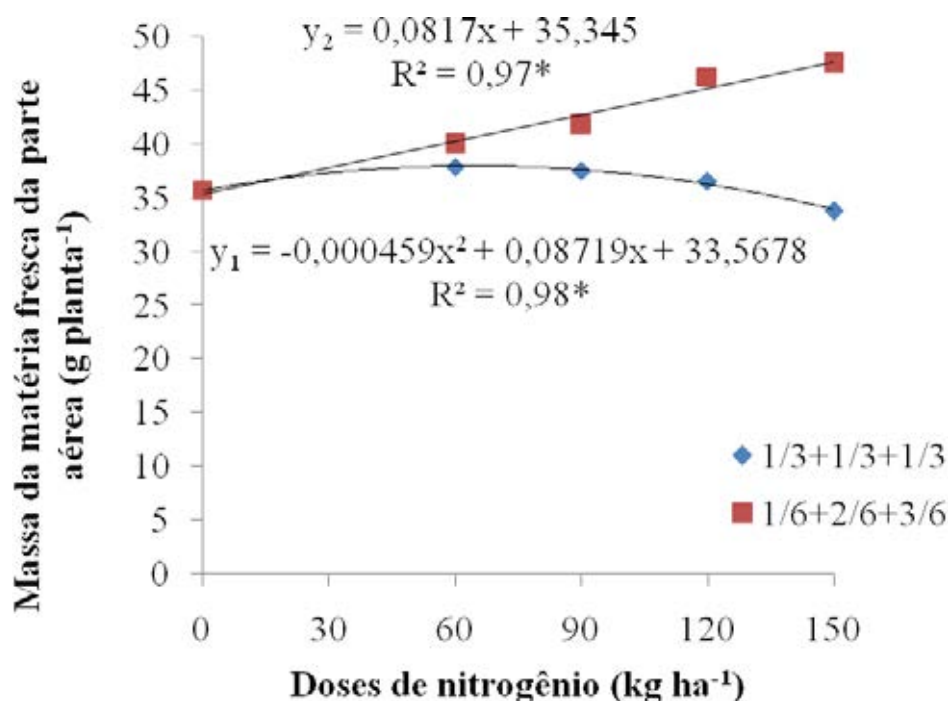


Figura 9. Massa da matéria fresca da parte aérea das plantas de cenoura em função das doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos 1/3+1/3+1/3 (y<sub>1</sub>) e 1/6+2/6+3/6 (y<sub>2</sub>). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.

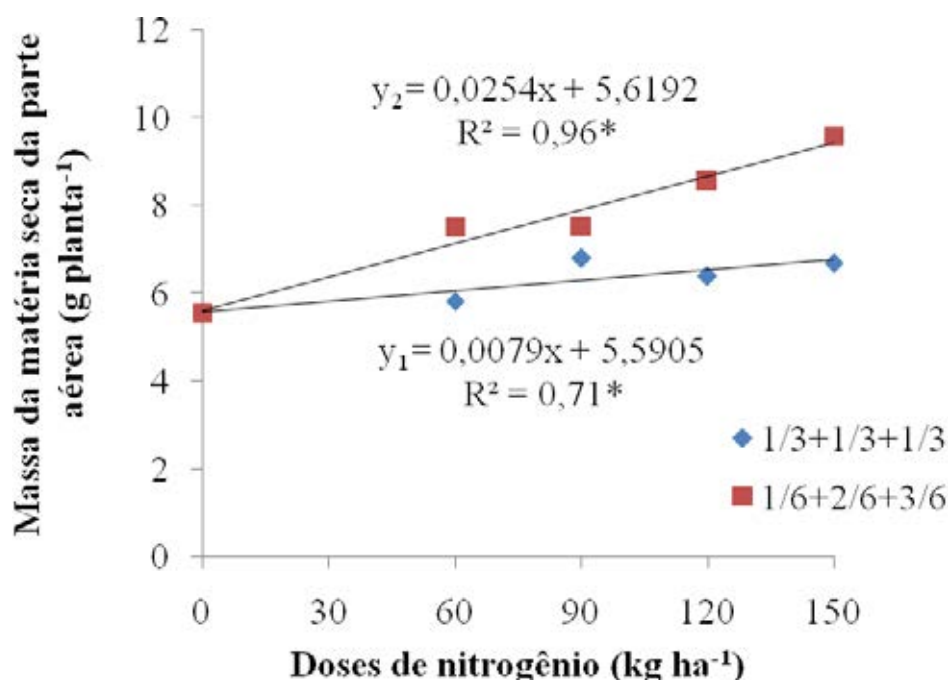


Figura 10. Massa da matéria seca da parte aérea das plantas de cenoura em função das doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos 1/3+1/3+1/3 ( $y_1$ ) e 1/6+2/6+3/6 ( $y_2$ ). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.

O comprimento e diâmetro da raiz no parcelamento 1/3+1/3+1/3 não foram influenciados pelas doses de nitrogênio em cobertura, com médias de 17,86 cm e 34,83 mm, respectivamente (Figuras 11 e 12). No parcelamento 1/6+2/6+3/6 o efeito das doses de nitrogênio em cobertura para comprimento foi quadrático, com máximo valor estimado de 19,73 cm para a dose de 123 kg de N ha<sup>-1</sup> (Figura 11). Para o diâmetro houve aumento linear em função das doses de nitrogênio em cobertura, com valor máximo de 38,17 mm na maior dose (150 kg ha<sup>-1</sup>). O aumento foi de 0,28 cm para cada 10 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura (Figura 12).

O tamanho da raiz é uma característica de determinação da produtividade e qualidade, visto que as cenouras são classificadas pelas centrais de comercialização, como a CEAGESP, de acordo com seu tamanho. Em média, as raízes produzidas nesta pesquisa estão dentro dos padrões de comercialização, sendo classificadas na classe 18, onde o comprimento varia de 18 a 22 cm (CEAGESP, 2014).

Mubashir et al. (2010) relataram aumento no comprimento e diâmetro das raízes de forma quadrática com aumento da adubação nitrogenada,

atingindo maior comprimento (13 cm) com a dose de 150 kg de N ha<sup>-1</sup> e maior diâmetro (34 mm) com a dose de 200 kg de N ha<sup>-1</sup>. Aumento no comprimento da raiz também foi observado por Moniruzzaman et al. (2013) com a cultivar ‘New Kuroda’, sendo o maior comprimento (17,19 cm) obtido com a dose de 100 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura. Zanella e Moreira (2013) obtiveram maior comprimento (13,94 cm) e diâmetro (11,77 mm) da raiz de cenoura Nantes na adubação de cobertura com a dose 160 kg de N ha<sup>-1</sup>. Para Hailu et al. (2008), o maior comprimento (14,74 cm) e diâmetro (33,6 mm) em cenoura Nantes, foram aplicando 274 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura juntamente com 309 kg de P orgânico ha<sup>-1</sup> no plantio. O comprimento e diâmetro médio da raiz observados por Schucw et al. (1999) foram de 13,69 cm e 26,70 mm, respectivamente, utilizando 15 t ha<sup>-1</sup> de adubo orgânico de origem animal em cobertura para cultivares do grupo de inverno e verão.

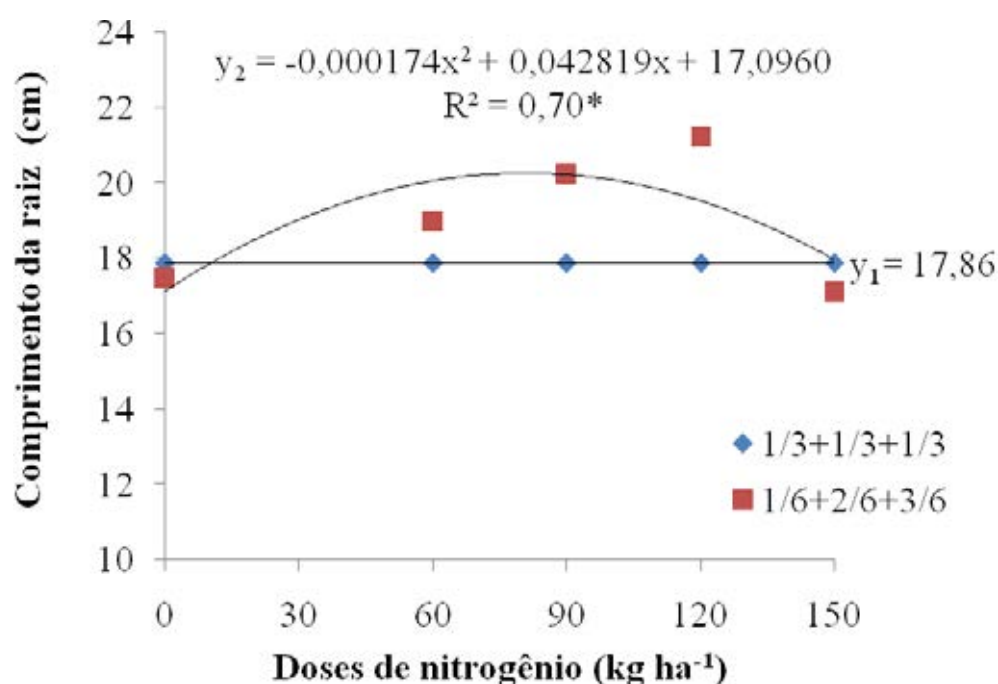


Figura 11. Comprimento da raiz das plantas de cenoura em função das doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos 1/3+1/3+1/3 (y<sub>1</sub>) e 1/6+2/6+3/6 (y<sub>2</sub>). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.



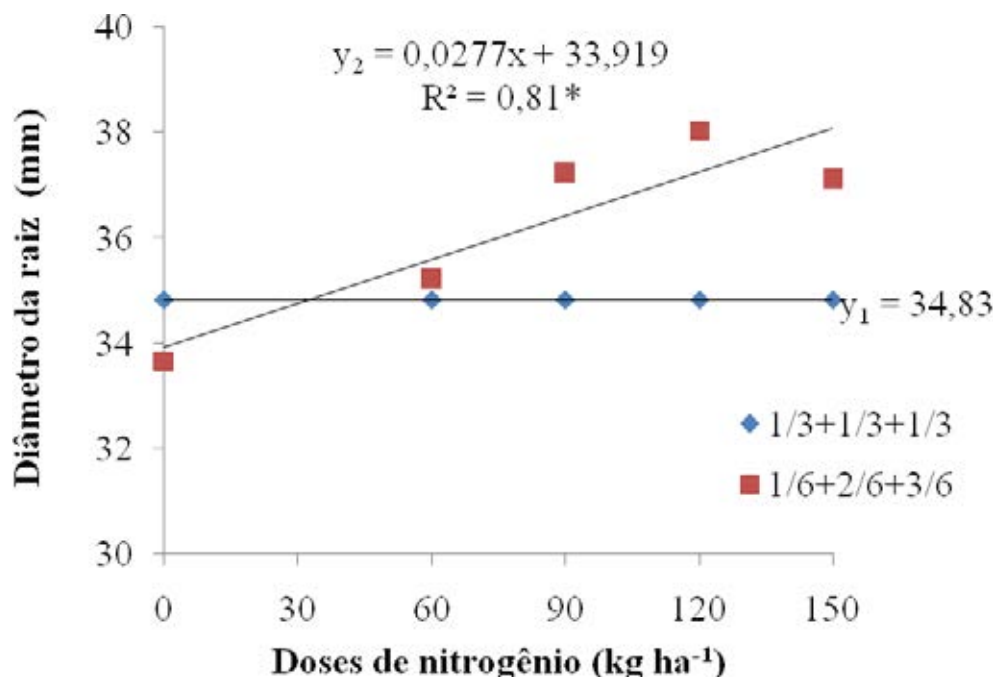


Figura 12. Diâmetro da raiz das plantas de cenoura em função das doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos 1/3+1/3+1/3 (y<sub>1</sub>) e 1/6+2/6+3/6 (y<sub>2</sub>). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.

Para a massa da matéria fresca e seca da raiz foram obtidos efeitos quadráticos para as doses de nitrogênio nos dois parcelamentos (Figuras 13 e 14). Estimou-se a máxima massa da matéria fresca da raiz em 126,85 e 148,71 g para as doses de 101 e 136 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura, nos parcelamentos 1/3+1/3+1/3 e 1/6+2/6+3/6, respectivamente (Figura 13).

Os valores obtidos foram elevados quando comparados aos obtidos por Moniruzzaman et al. (2013) com a cultivar ‘New Kuroda’, que foi 68,33 g na dose de 100 kg N ha<sup>-1</sup> em cobertura, e por Zanella e Moreira (2013) em cenoura Nantes, onde a massa de matéria fresca da raiz também não atingiu 100 g, mesmo utilizando a maior dose de nitrogênio em cobertura (160 kg ha<sup>-1</sup>). Outros trabalhos também mostram massas inferiores a 100 g planta<sup>-1</sup>, como no trabalho de Hailu et al. (2008), que obtiveram massa de 92,63 g em cenoura Nantes utilizando 274 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura, juntamente com 309 kg de P orgânico ha<sup>-1</sup> no plantio, e no de Schucw et al. (1999), que obtiveram 60,63 g utilizando 15 t ha<sup>-1</sup> de adubo orgânico de origem animal em cobertura. De acordo com Hailu et al. (2008), o aumento da massa da raiz pode ser devido ao aumento do crescimento vegetativo e, portanto, o aumento da produção de fotossimilados que foram direcionados para a raiz. Vieira

Filho et al. (2014) obtiveram aumento linear da massa de matéria fresca da raiz de cenoura Brasília, com máximo de 133,63 g com a dose de 90 kg de N ha<sup>-1</sup>, parcelada em cinco vezes via água de irrigação.

As médias máximas estimadas para a massa da matéria seca da raiz foram de 14,55 e 17,03 g, obtidos com as doses de 125 e 140 kg de N ha<sup>-1</sup> nos parcelamentos 1/3+1/3+1/3 e 1/6+2/6+3/6, respectivamente (Figura 14). Resultados semelhantes foram obtidos por Cecílio Filho e Peixoto (2013), que obtiveram acúmulo de matéria seca na raiz de cenoura 'Forto' de 17,81 g.

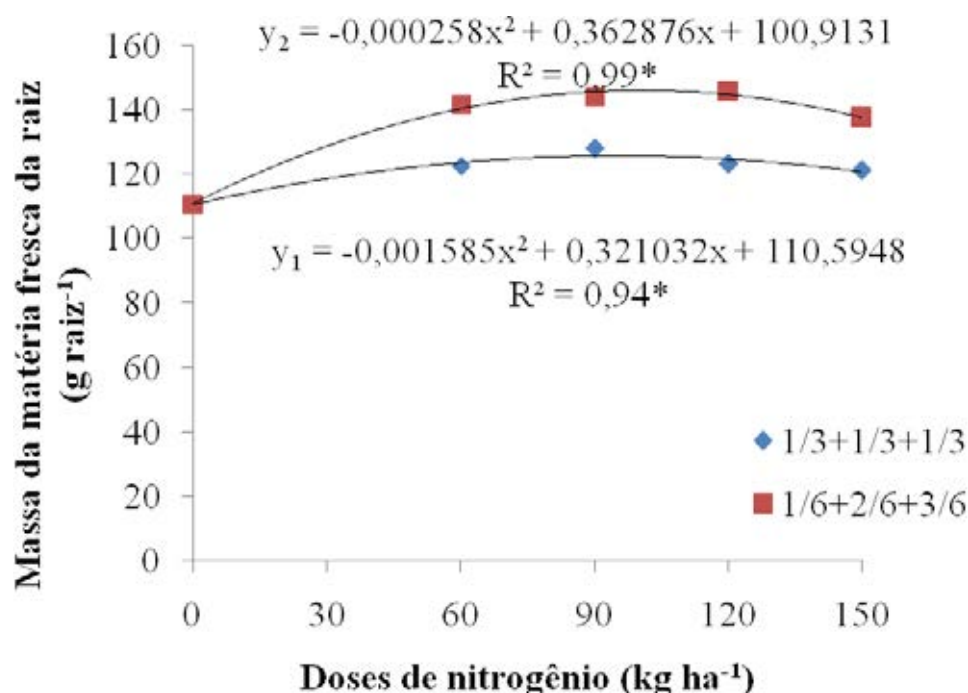


Figura 13. Massa da matéria fresca da raiz das plantas de cenoura em função das doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos 1/3+1/3+1/3 (y<sub>1</sub>) e 1/6+2/6+3/6 (y<sub>2</sub>). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.

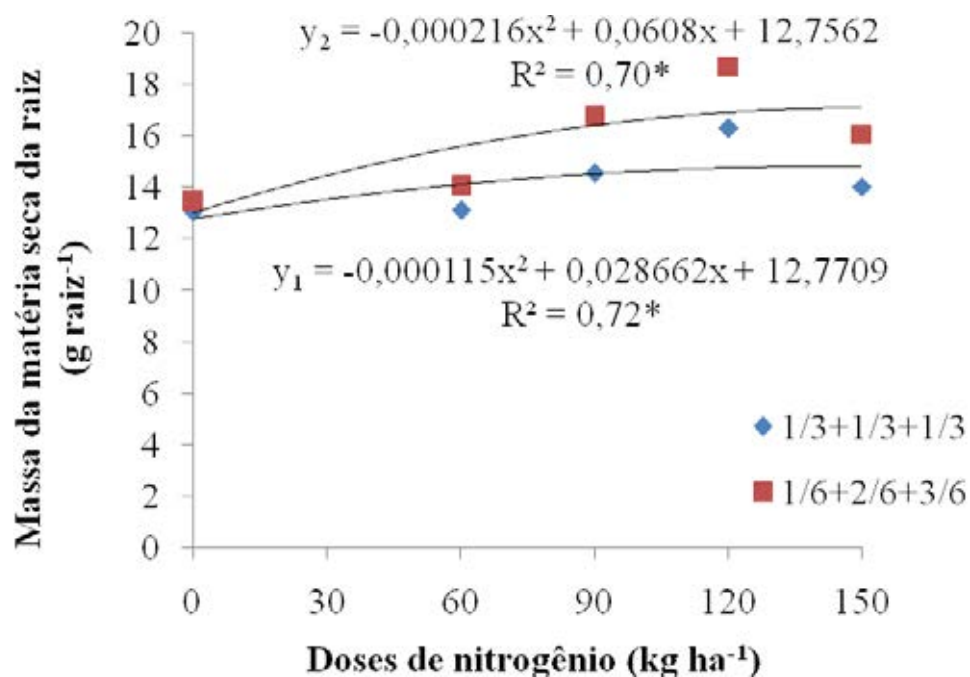


Figura 14. Massa da matéria seca da raiz das plantas de cenoura em função das doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos 1/3+1/3+1/3 (y<sub>1</sub>) e 1/6+2/6+3/6 (y<sub>2</sub>). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.

A produtividade apresentou efeito quadrático para as doses de nitrogênio em cobertura nos dois parcelamentos. No parcelamento 1/3+1/3+1/3 a maior produtividade (107,70 t ha<sup>-1</sup>) obtida foi com a dose de 102 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura e, no parcelamento 1/6+2/6+3/6, a maior produtividade (117,66 t ha<sup>-1</sup>) foi com a dose de 138 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura (Figura 15).

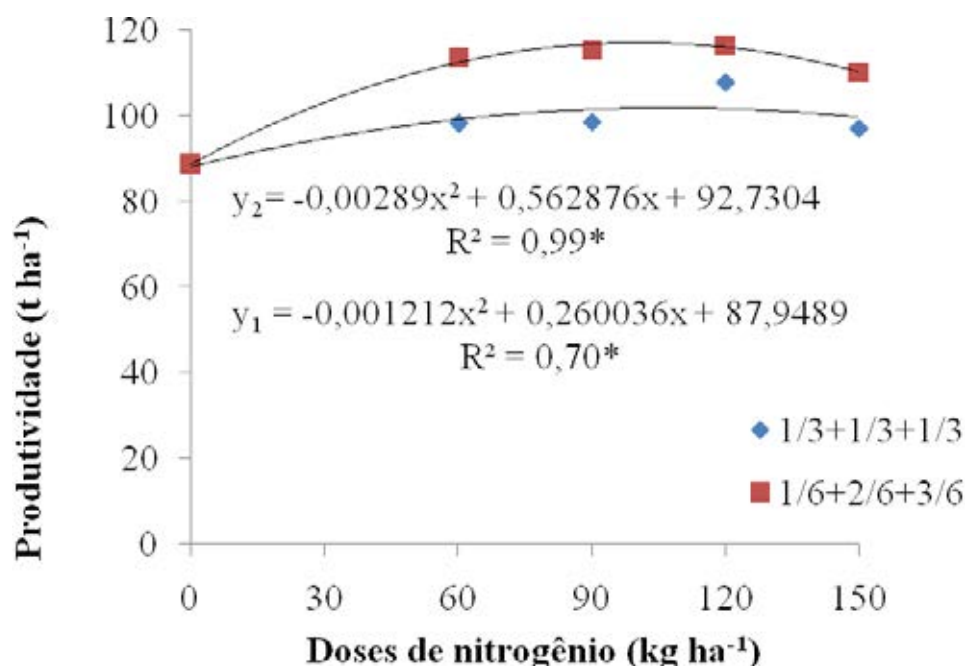


Figura 15. Produtividade de raízes das plantas de cenoura em função das doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos 1/3+1/3+1/3 ( $y_1$ ) e 1/6+2/6+3/6 ( $y_2$ ). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.

Alguns autores afirmam que em tuberosas há uma correlação entre massa fresca da parte aérea e produtividade, conforme relatado por Guimarães et al. (2002). Lenis et al. (2006) relataram, em mandioca, que o aumento da longevidade e retenção de folhas apresentaram correlação com a produtividade das raízes. O mesmo foi relatado por Sagrilo et al. (2002), em que o bom crescimento da parte aérea das plantas de mandioca levaram ao maior acúmulo de fotoassimilados nas raízes tuberosas, aumentando a produtividade. Nesse sentido, a área foliar é um fator determinante da produção, pois sua redução implica em menor absorção de energia radiante e fotossíntese menos intensa, reduzindo-se, assim, a produção de biomassa (OLIVEIRA et al., 2010). Entretanto, essa afirmativa só é verdadeira apenas dentro de certos limites, pois nem sempre crescimento de parte aérea é sinônimo de aumento em produtividade (GUIMARÃES et al., 2002). Na presente pesquisa, para o parcelamento 1/6+2/6+3/6, esta correlação entre altura e massa fresca da parte aérea e produtividade não se manteve até a maior dose (150 kg de N ha<sup>-1</sup>). Enquanto as características vegetativas (APA e MFPA) apresentaram efeito linear, isto é, com aumentos até a maior dose, a produtividade apresentou efeito quadrático, com aumento até a dose 138 kg de N ha<sup>-1</sup> com posterior redução,

mostrando que o excesso de N pode favorecer apenas o crescimento vegetativo. Portanto, a relação entre crescimento vegetativo e produtividade pode estar relacionada também com o genótipo e sua interação com o ambiente, pois possivelmente existam cultivares mais eficientes na conversão dos fotoassimilados para a produção de raízes. Assim, é importante ajustar o ambiente ao manejo cultural para obter altos rendimentos, quando se tem cultivares com elevado potencial produtivo e adaptados a região de cultivo.

No geral, a produtividade média obtida nos dois parcelamentos pode ser considerada elevada para a cultura, quando comparadas as outras pesquisas. Moniruzzaman et al. (2013) obtiveram produtividade máxima de 20,67 t ha<sup>-1</sup> com a cultivar 'New Kuroda', utilizando dose de 100 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura. Para Hailu et al. (2008) a máxima produtividade obtida foi de 20 t ha<sup>-1</sup> com cenoura Nantes, utilizando 274 kg de N ha<sup>-1</sup> + 309 kg de P - orgânico ha<sup>-1</sup>, sendo todo o P aplicado no plantio e o nitrogênio em cobertura. Luz et al. (2009) relataram produtividade máxima de 37,0 t ha<sup>-1</sup> para a cultivar 'Brasília - RL' com adubação de cobertura com nitrogênio, potássio e cálcio. Já a produtividade obtida por Zanfirov et al. (2012), em experimento com doses de potássio em cobertura, foram semelhantes a esta pesquisa, com valores de 96 a 104 t ha<sup>-1</sup> com o Híbrido Bangor.

Provavelmente as elevadas produtividades obtidas nesta pesquisa devam-se ao clima favorável à cultura durante a condução do experimento, como médias de temperatura de 18°C (Figura 1), que está próxima da faixa de temperatura ideal para um bom desenvolvimento da cenoura (10 a 15°C) (VIEIRA; MAKISHIMA, 2000). Além mais, a temperatura pode ter contribuído com a redução da perdas de N por volatilização que são intensificadas sob condições de alta temperatura. Também foram poucas as chuvas no início do desenvolvimento (Figura 2), o que proporcionou ausência de falhas na população de plantas e possivelmente redução da perda do N por lixiviação, além da utilização do híbrido bem adaptado ao local e a época de plantio, ausência de pragas e incidência de doença (queima das folhas) próxima ao final do ciclo. A maioria das pesquisas citadas foram realizadas com cultivares de polinização aberta, geralmente 'Brasília', e nem sempre em condições ideais. Além disto, híbridos na maioria das vezes apresentam maior uniformidade e heterose, favorecendo a obtenção de maiores produtividades (MALUF, 2001).

A produtividade elevada também pode estar associada à fonte de nitrogênio utilizada, que foi sulfato de amônio. Segundo Alves et al. (2009), em sua pesquisa utilizando fontes e parcelamentos de nitrogênio em cobertura em batata doce, obtiveram maior produção com o sulfato de amônio em relação a uréia e atribuiu essa maior eficiência ao sulfato pela presença do enxofre (23%) contido na sua composição. Conforme descrevem Mendonça e Peixoto (1991), o enxofre é um nutriente importante para a produção de proteínas e clorofila, e ainda é componente de alguns hormônios da planta, o qual melhora o crescimento das raízes, e aumenta a produtividade. Outra explicação relacionada com a fonte de nitrogênio, seria o fato do sulfato de amônio ser absorvido na forma amoniacal (NOVAIS et al., 2007), e o íon amônio por ser um cátion, é facilmente retido nas cargas eletronegativas das argilas e da matéria orgânica do solo, o que minimiza as suas perdas (LOPES, 2004). Além disto, o amônio pode difundir-se em sentido descendente, contribuindo para reduzir as perdas por volatilização e, em algumas situações, principalmente em solos onde há maior infiltração de água, é benéfico a presença de amônio, pois prolonga o tempo de disponibilidade de N para as plantas (SILVA et al., 2000).

Segundo Faquin e Andrade (2004), o fator mais importante para o aumento da produtividade é, certamente, o uso racional dos fertilizantes e corretivos agrícolas, que associados a sementes melhoradas, irrigação, controle de pragas e doenças, práticas culturais, criam condições favoráveis para o desenvolvimento mais equilibrado das plantas.

### **6.1.2. Efeito dos parcelamentos**

Quando comparados os parcelamentos, as médias para massa da matéria fresca da parte aérea e raiz, diâmetro da raiz e produtividade foram maiores no parcelamento  $1/6+2/6+3/6$ , diferindo do parcelamento  $1/3+1/3+1/3$ . Não foram obtidas diferenças entre os parcelamentos para altura da parte aérea, massa da matéria seca da parte aérea, massa da matéria seca da raiz e comprimento da raiz (Tabela 2).

Esses resultados indicam que a aplicação de nitrogênio no parcelamento  $1/6+2/6+3/6$ , possivelmente, possibilitou a utilização desse nutriente de forma mais eficiente pela planta, favorecendo o desenvolvimento vegetativo da parte aérea e, conseqüentemente, pode ter acarretado maior translocação de fotossimilados

para as raízes proporcionando, maior massa da matéria da matéria fresca da raiz, diâmetro e produtividade.

A raiz da cenoura desenvolve-se primeiramente em comprimento que vai até aproximadamente aos 60 DAS. Após esse período ocorre o aumento em diâmetro (60 a 100 DAS), pelo acúmulo das reservas. Sendo assim, o nitrogênio fornecido no parcelamento  $1/6+2/6+3/6$ , corresponde a maior quantidade após os 57 DAS, indicando que provavelmente o nutriente foi fornecido na época de maior exigência pela planta de cenoura. Normalmente, a absorção de nutrientes é pequena no início do ciclo, aumentando com o avanço do desenvolvimento. Assim, não adianta fornecer altas quantidades de nutrientes facilmente lixiviáveis no início do ciclo, pois a eficiência no aproveitamento de todo o nutriente possivelmente será baixa e o excesso será perdido por lixiviação ou volatilização. De acordo, com Cecilio Filho e Peixoto (2013), a absorção de macronutrientes pela cenoura 'Forto' ocorre em quantidades reduzidas até 50 dias após a semeadura, tanto pela raiz como pela parte aérea. A partir desse momento, as taxas de extração são intensas dos 80 aos 90 DAS dependendo do nutriente.

É importante salientar que, apesar da planta jovem absorver pequena quantidade de nutrientes, a sua presença é indispensável para o desenvolvimento da raiz, pois segundo Ogawa et al. (1984), citados por Cardoso e Hiraki (2001), a ausência de N no início do ciclo da cenoura compromete o tamanho e diâmetro da raiz, sendo este comprometimento irreversível, pois é na fase inicial do crescimento da raiz que ocorre o aumento no número e diâmetro das células. Porém, o N inorgânico e orgânico que normalmente são aplicados no plantio deve ser suficiente para atender esta demanda inicial e o fornecimento ao longo do ciclo da cultura fundamental para não prejudicar a formação das raízes, visto que é esta a parte comercializável da planta.

Resultados satisfatórios de parcelamento com adubação nitrogenada foram obtidos por Vieira Filho et al. (2014) testando cinco formas de parcelamentos (0, 1, 2, 3, 4 e 5) para uma dose de  $90 \text{ kg de N ha}^{-1}$  via água de irrigação em cenoura 'Brasília', sendo que, de acordo com os autores, o maior número de parcelamentos (5) proporcionou maior massa fresca total da planta, massa fresca da raiz, comprimento total da planta, comprimento da raiz, diâmetro superior e inferior da raiz. Zanella e Moreira (2013) obtiveram maior produtividade com a dose de  $160 \text{ kg ha}^{-1}$  de N em cobertura aplicadas aos 15, 30 e 50 DAE. Hailu et al. (2008)

verificaram que a aplicação de 309 kg de P orgânico ha<sup>-1</sup> com 274 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura em três aplicações (primeira na emergência, a segunda dois meses após o plantio e a terceira aplicado um mês antes da colheita), aumentaram as características de massa, diâmetro e produção da cenoura. Luz et al. (2009), avaliando diferentes tratamentos de adubação de cobertura com nitrogênio, potássio e cálcio em cenoura, verificaram que a aplicação conjunta desses nutrientes aos 30 e 45 DAS aumentou a produtividade de raízes comerciais.

Tabela 2. Comparação das médias para as características de altura da parte aérea (APA), massa da matéria fresca (MMFPA) e seca (MMSPA) da parte aérea, massa da matéria fresca (MMFR) e seca (MMSR) da raiz, comprimento (CR) e diâmetro (DR) da raiz e produtividade (PROD) para os dois parcelamentos. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.

Parcelamentos	APA cm	MMFPA -----g-----	MMSPA -----g-----	MMFR -----g-----	MMSR -----g-----	CR cm	DR mm	PROD t ha <sup>-1</sup>
1/3+1/3+1/3	42,67a	36,89b	6,25a	125,45b	13,51a	17,73a	34,43b	100,36b
1/6+2/6+3/6	43,39a	42,03a	7,75a	142,32a	14,34a	18,01a	36,02a	113,85a
CV(%)	8,32	15,71	11,55	11,55	14,34	7,48	5,46	11,99

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

\* CV= Coeficiente de variação

## 6.2. Teores de macronutrientes na folha diagnose das plantas de cenoura

### 6.2.1. Efeito das doses de nitrogênio

No parcelamento 1/3+1/3+1/3 houve efeito quadrático das doses de nitrogênio em cobertura, para os teores de nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio, onde os teores máximos obtidos em g kg<sup>-1</sup> foram de 48,29; 3,68; 11,39 e 3,78, respectivamente, com doses na faixa de 115 a 121 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura. Para o teor de potássio e enxofre não houve efeito significativo das doses de nitrogênio em cobertura, com médias de 53,71 e 3,23 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 16).

Efeito quadrático também foi obtido no parcelamento 1/6+2/6+3/6 para os teores de nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio, com máximos



de 45,18; 3,68; 14,25 e 3,91 g kg<sup>-1</sup> respectivamente (Figura 16), com as doses variando de 105 a 125 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura. Para o potássio não houve efeito significativo das doses de nitrogênio em cobertura, com médias de 50,58 g kg<sup>-1</sup> e para o enxofre o aumento foi linear, com máximo de 3,31 g kg<sup>-1</sup> com a maior dose (150 kg de N ha<sup>-1</sup>) (Figura 16). Possivelmente esse aumento linear pode estar relacionado à fonte de nitrogênio utilizada, que foi o sulfato de amônio.

Os teores foliares de nitrogênio foram superiores aos relatados por Trani e Raij, (1997), em todos os tratamentos, pois recomendam que o teor esteja na faixa de 20-30 g de N kg<sup>-1</sup> da matéria seca, mostrando que mesmo na ausência de N em cobertura, aparentemente não houve deficiência deste nutriente. Porém, há carência em pesquisas avaliando teores que, talvez, apresentem faixas ideais diferentes dependendo do genótipo, condições ambientais, dentre outros fatores. De acordo com os mesmos autores, os teores de P e K foram adequados para todos os tratamentos e parcelamentos, pois estiveram na faixa 2-4 g kg<sup>-1</sup> de P e 40-60 g kg<sup>-1</sup> de K. Já os teores de Ca, Mg e S estiveram abaixo das faixas consideradas adequadas que são de 25-35 g kg<sup>-1</sup> de Ca; 4-7 g kg<sup>-1</sup> de Mg e 4-8 g kg<sup>-1</sup> de S.

A ordem decrescente dos teores de macronutrientes na diagnose foliar obtida nos dois parcelamentos foi de K>N>Ca>Mg>P>S.

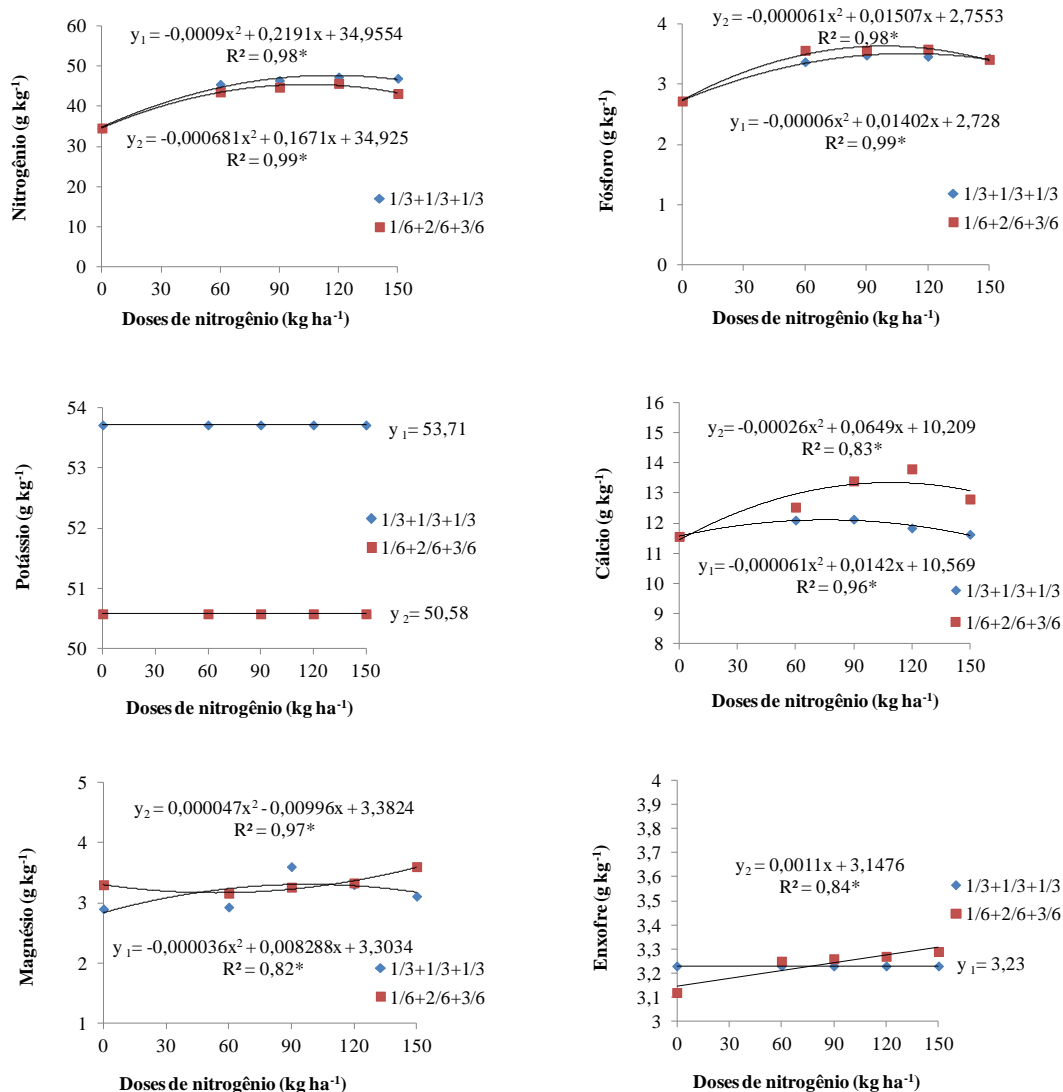


Figura 16. Teor de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na diagnose foliar em plantas de cenoura em função de doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos 1/3+1/3+1/3 ( $y_1$ ) e 1/6+2/6+3/6 ( $y_2$ ). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.

### 6.2.2. Efeito dos parcelamentos

Diferentemente do que ocorreram com as doses de nitrogênio, os parcelamentos não influenciaram os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre (Tabela 7), possivelmente, pelo fato da diagnose foliar ter sido realizada 58 DAS, ou seja, após quatro dias da última adubação em cobertura, fazendo-se com que os diferentes parcelamentos não afetassem os teores de macronutrientes. De acordo com Martinez et al. (1999), a composição mineral dos

tecidos vegetais revelado pela análise foliar varia, além de outros fatores, com a disponibilidade de nutrientes, idade da planta e com a adubação.

Tabela 3. Comparação das médias dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na diagnose foliar, da planta de cenoura. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.

Parcelamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----g kg <sup>-1</sup> -----					
1/3+1/3+1/3	44,13	3,29	49,78	13,18	3,17	3,23
1/6+2/6+3/6	42,34	3,35	50,58	13,80	3,30	3,28
F	1,04 <sup>ns</sup>	0,198 <sup>ns</sup>	0,740 <sup>ns</sup>	0,363 <sup>ns</sup>	1,05 <sup>ns</sup>	0,222 <sup>ns</sup>
CV(%)	11,33	11,35	5,08	11,12	10,43	7,85

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

\* CV= Coeficiente de variação

### 6.3. Acúmulo de macronutrientes na parte aérea, raiz e acúmulo total no final do ciclo das plantas da cenoura

#### 6.3.1. Efeito das doses de nitrogênio

O acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na parte aérea, no parcelamento 1/3+1/3+1/3, apresentou efeito quadrático para as doses de nitrogênio em cobertura (Figura 17). Os maiores acúmulos foram estimados em 172,28; 33,81; 333,87; 96,89 e 72,64 mg planta<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente, para doses de nitrogênio em cobertura variando de 100 a 105 kg de N ha<sup>-1</sup>. Para o acúmulo de enxofre não houve efeito significativo das doses de nitrogênio em cobertura, com média de 19,73 mg planta<sup>-1</sup> (Figura 17). Os acúmulos destes nutrientes não acompanharam o aumento da massa da matéria seca da parte aérea que foi linear (Figura 10).

No parcelamento 1/6+2/6+3/6 houve efeito quadrático das doses de nitrogênio em cobertura para acúmulo de todos os macronutrientes na parte aérea (Figura 17), não acompanhando o acúmulo de matéria seca, que, por sua vez, foi linear (Figura 10). Os acúmulos máximos de N, P, K, Ca Mg e S foram estimados em 177,95; 36,57; 338,10; 95,51; 76,27 e 26,5 mg planta<sup>-1</sup>, respectivamente, obtidos na dose de 135 a 140 kg de N em cobertura (Figura 17).

Valores semelhantes de acúmulos de nitrogênio na parte aérea foram obtidos por Cecílio Filho e Peixoto, em cenoura 'Forto', de 173,3 mg planta<sup>-1</sup>. Esses mesmos autores obtiveram menor acúmulo de fósforo (12,1 mg planta<sup>-1</sup>) e maior de potássio (381,2 mg planta<sup>-1</sup>) e cálcio (117,42 mg planta<sup>-1</sup>).

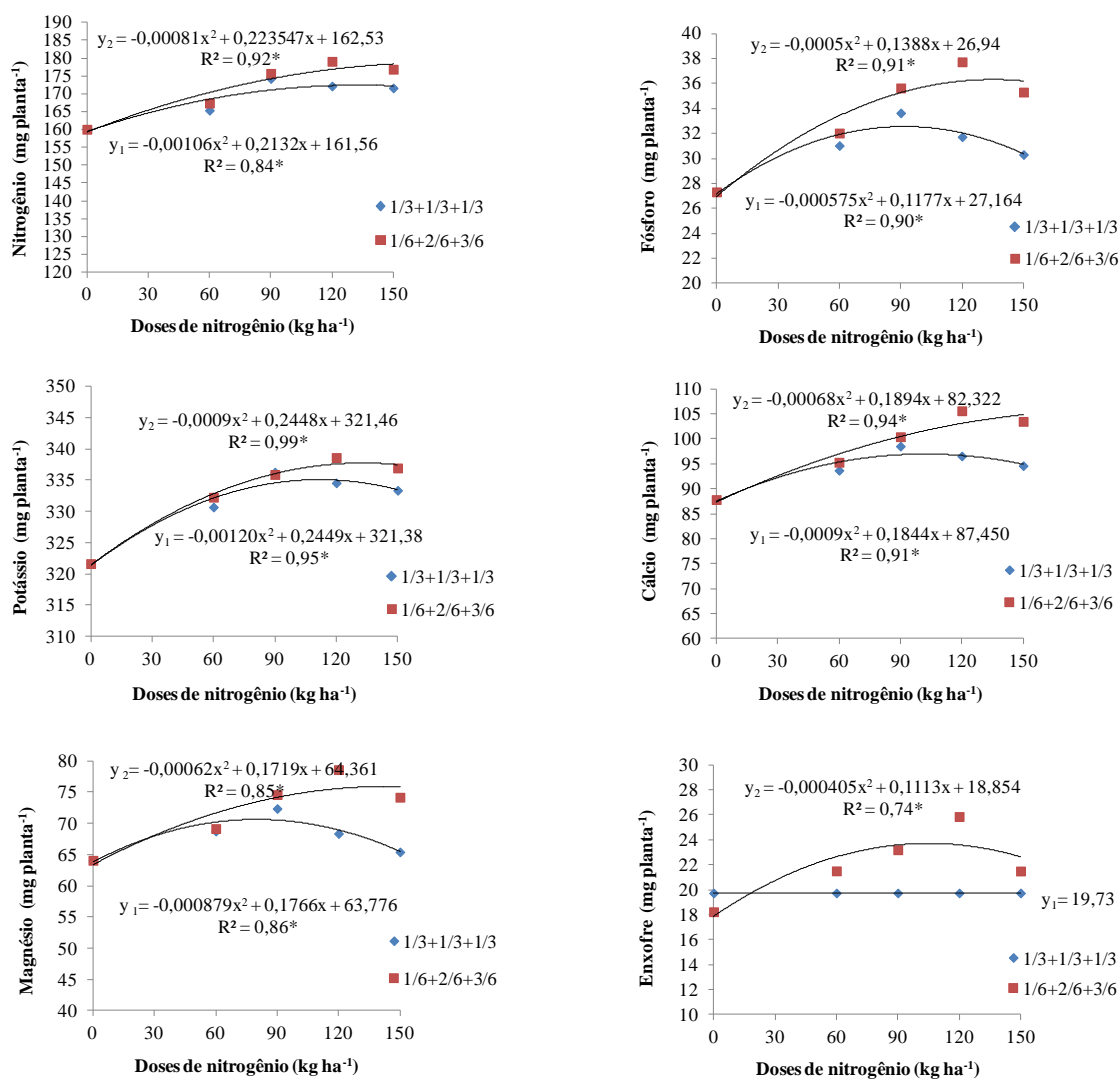


Figura 17. Quantidades acumuladas de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte aérea, das plantas de cenoura no final do ciclo, em função de doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos 1/3+1/3+1/3 ( $y_1$ ) e 1/6+2/6+3/6 ( $y_2$ ). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.

A quantidade acumulada de macronutrientes na raiz (Figura 18), nos dois parcelamentos, com exceção do enxofre no parcelamento 1/3+1/3+1/3, apresentaram tendências semelhantes ao acúmulo da massa da matéria seca da raiz

(Figura 14) e ajustaram-se à equação quadrática, tendo as maiores médias estimadas, entre as maiores doses de N em cobertura estudadas (120 e 135 kg de N ha<sup>-1</sup>).

No parcelamento 1/3+1/3+1/3, os maiores acúmulos estimados na raiz foram de 201,56; 59,68; 515,77; 36,38 e 29,89 mg planta<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente, nas doses de 120 a 130 kg de N ha<sup>-1</sup>. O acúmulo de S não apresentou efeito significativo entre as doses de nitrogênio em cobertura com média de 15,93 mg planta<sup>-1</sup> (Figura 18).

Os maiores acúmulos obtidos na raiz no parcelamento 1/6+2/6+3/6 de N, P, K, Ca foram de 210,41; 62,51; 521,52 e 39,01 mg planta<sup>-1</sup>, respectivamente, obtidos com doses próximas a 140 kg de N ha<sup>-1</sup> e os acúmulos de Mg e S em mg planta<sup>-1</sup> foram de 33,6 e 21,61, respectivamente, com as doses de 127 e 134 kg de N ha<sup>-1</sup> (Figura 18).

Cecílio Filho e Peixoto (2013) obtiveram maiores acúmulos de macronutrientes na raiz, em cenoura 'Forto', para nitrogênio (264,6 mg planta<sup>-1</sup>), fósforo (75,3 mg planta<sup>-1</sup>) e potássio (525,2 mg planta<sup>-1</sup>) e acúmulo semelhante de cálcio (38,10 mg planta<sup>-1</sup>).

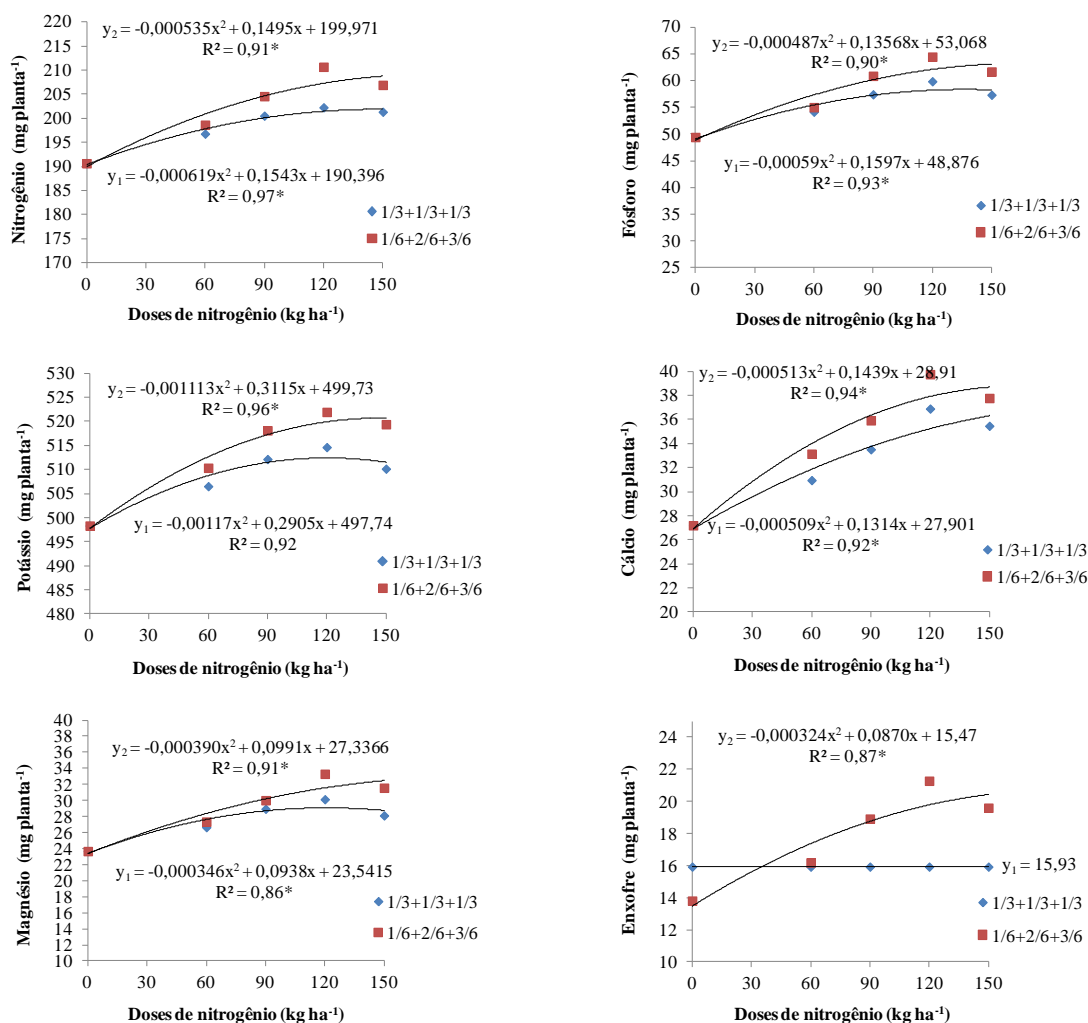


Figura 18. Quantidades acumuladas de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na raiz, das plantas de cenoura no final do ciclo, em função de doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos 1/3+1/3+1/3 ( $y_1$ ) e 1/6+2/6 ( $y_2$ ). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.

Para acúmulo total das plantas de cenoura nos dois parcelamentos, o efeito das doses de nitrogênio em cobertura foi quadrático para todos os macronutrientes (Figura 19). Os valores máximos acumulados estimados em  $\text{mg planta}^{-1}$  de N, P, K, Ca, Mg e S no parcelamento 1/3+1/3+1/3, foram de 379,71; 92,13; 850,72; 132,22; 99,59 e 39,63, respectivamente, obtidos com doses variando de 105 a 127  $\text{kg de N ha}^{-1}$  (Figura 19).

O acúmulo total no parcelamento 1/6+2/6+3/6 de N, P, K, Ca, Mg e S em  $\text{mg planta}^{-1}$ , foram estimados em 384,31; 97,30; 858,05; 143,21; 153,97 e 44,46, respectivamente, obtidos com as doses na faixa de 135 a 140  $\text{kg de N ha}^{-1}$  (Figura 19).

A ordem decrescente de acúmulo de macronutrientes na parte aérea, na raiz e total pelas plantas de cenoura nos dois parcelamentos, foi de:  $K > N > Ca > Mg > P > S$ ;  $K > N > P > Ca > Mg > S$  e  $K > N > Ca > P > Mg > S$ , respectivamente.

Ordens pouco diferentes foram obtidas por Cecílio Filho e Peixoto (2013) em cenoura 'Forto', onde na parte aérea a sequência decrescente encontrada foi:  $K > N > Ca > S > Mg > P$ , na raiz foi:  $K > N > P > Ca > S > Mg$  e no acúmulo total foi:  $K > N > Ca > P > S > Mg$ . Já Souza et al. (2003), em cenouras do grupo 'Brasília' obtiveram na parte aérea a seguinte ordem decrescente:  $K > N > Ca > S > P > Mg$ , enquanto na raiz a ordem verificada foi:  $K > N > P > Ca > Mg > S$ .

De modo geral, as exigências nutricionais das hortaliças obedecem a seguinte ordem decrescente para macronutrientes:  $K > N > Ca > Mg > P = S$  (FANQUIN; ANDRADE, 2004).

As diferenças nas ordens acumuladas de macronutrientes nos trabalhos citados são devidas, primeiramente, a cultivar, as condições ambientais a qual as plantas foram cultivadas, a fertilidade do solo e a nutrição das plantas (CECÍLIO FILHO; PEIXOTO, 2013).

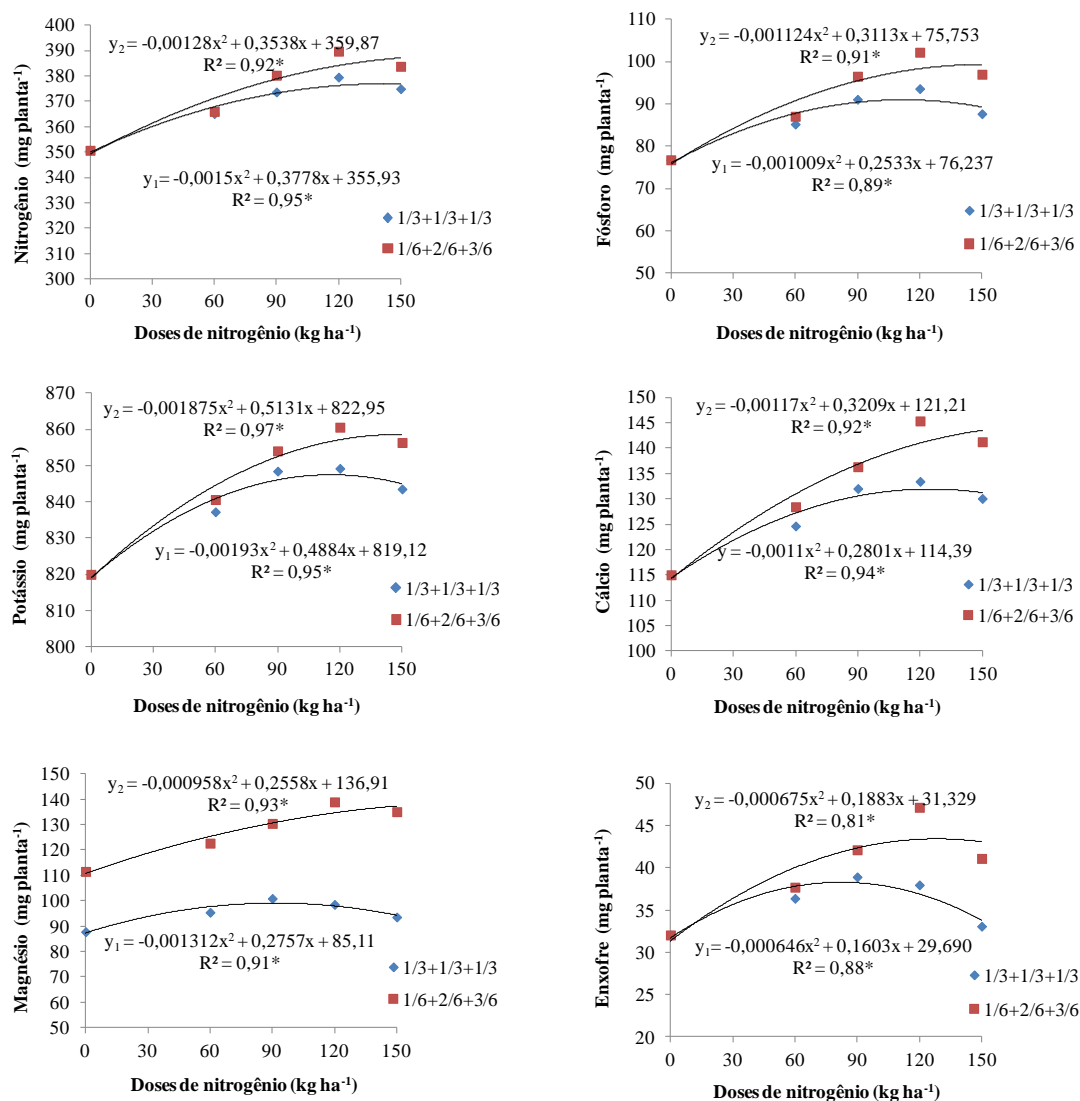


Figura 19. Quantidades totais (parte aérea+raiz) acumuladas de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) pelas plantas de cenoura no final do ciclo, em função de doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos 1/3+1/3+1/3 ( $y_1$ ) e 1/6+2/6+3/6 ( $y_2$ ). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.

A raiz foi responsável por grande parte do nitrogênio acumulado pela planta. Isso pode ser explicado pelo fato do N ser um elemento altamente móvel e sua redistribuição ser essencial para suprir os tecidos que não participam da assimilação do N, desse modo, os nutrientes são translocados das folhas para órgãos em crescimento (SILVA et al., 2014), assim como o fósforo e o potássio, que também foram acumulados preferencialmente nas raízes. Conforme relatado por Alves et al. (2008), a maior presença do fósforo nas raízes em relação à



parte aérea, pode ser atribuída ao fato da raiz tuberosa exigir maior demanda de P para promover um crescimento rápido e contínuo deste órgão.

Com relação ao K, este é um nutriente importante para plantas armazenadoras de reserva em órgãos subterrâneos, o que faz dele o nutriente mais extraído pela planta, para translocação de açúcares e assimilados da fotossíntese. Além disto, a maior demanda de K pela parte aérea é devido ao seu papel funcional na abertura e fechamento dos estômatos e regulação osmótica (MALAVOLTA, 2006). Em geral, as quantidades de nutrientes retiradas pelas hortaliças são maiores de nitrogênio e potássio quando comparadas com o fósforo (COUTINHO et al.,1993).

Na parte aérea foram acumulados em maiores quantidades cálcio, magnésio e enxofre. Segundo Grangeiro et al. (2007), a explicação do acúmulo de Ca ser bem maior na parte aérea, é pelo fato do cálcio absorvido pela raiz ser translocado para a parte aérea, e não ser redistribuído pela planta, devido sua baixa mobilidade. Além disto, órgãos de reserva, como frutos, tubérculos e raízes tuberosas, necessitam de concentrações mais baixas de Ca para o ótimo crescimento, demonstrando que a maior parte do Ca absorvido fica retida nas hastes e folhas e não sendo direcionada aos órgãos de reserva (MARSCHNER, 1995).

Uma das prováveis causas para o maior acúmulo de magnésio na parte aérea, é que o mesmo faz parte da molécula de clorofila (GRANGEIRO et al., 2007), e dependendo do “status” de Mg na planta, entre 6 a 25% do magnésio total está ligado à molécula de clorofila e outros 5 a 10% estão firmemente ligados a pectatos, na parede celular, ou como sal solúvel, no vacúolo (MARCHNER, 1995). Outra justificativa, é que o Mg é nutriente essencial para o fornecimento de energia nos processos da fotossíntese, respiração, reações de síntese de compostos orgânicos (carboidratos, lipídeos e proteína) e absorção iônica (MALAVOLTA, 2006).

Quanto ao enxofre, este é o nutriente acumulado em menor proporção, não somente na cenoura, mas na maioria das hortaliças (MALAVOLTA, 1980).

### **6.3.2. Efeito dos parcelamentos**

Foram obtidos maiores acúmulos no parcelamento 1/6+2/6+3/6 para o enxofre na parte aérea ( $19 \text{ mg planta}^{-1}$ ) (Tabela 4), fósforo ( $33,03 \text{ mg planta}^{-1}$ ), cálcio ( $101,18 \text{ mg planta}^{-1}$ ), magnésio ( $74,07 \text{ mg planta}^{-1}$ ) e enxofre

(23,01 mg planta<sup>-1</sup>) na raiz (Tabela 5), e também de fósforo (93,03 mg planta<sup>-1</sup>), cálcio ( 36,83 mg planta<sup>-1</sup>), magnésio (103,64 mg planta<sup>-1</sup>) e enxofre (42,01 mg planta<sup>-1</sup>) no total (Tabela 6). Ressalta-se que estas diferenças foram significativas mesmo sem que tenha havido diferenças na massa da matéria seca, tanto da parte aérea, como da raiz em função dos parcelamentos (Tabela 2).

Para conseguir um acúmulo satisfatório de nutrientes, é preciso levar em consideração as exigências nutricionais da planta, que varia de acordo com o estágio de desenvolvimento (MALAVOLTA et al., 1997), isto é, quando a planta é nova, a absorção de nutrientes é pequena, segue-se um período de acumulação logarítmica e no período final há uma fase de estabilização (FAQUIN; ANDRADE, 2004).

O parcelamento dos adubos, além de amenizar as perdas, permite que os nutrientes sejam aplicados conforme o desenvolvimento e a necessidade da planta, favorecendo, dessa maneira, o aproveitamento de forma mais eficiente (BARBOSA FILHO et al., 2004). No entanto, justamente para o nitrogênio não foram observadas diferenças entre os parcelamentos. De acordo com, Villas Bôas (2001), a eficiência no aproveitamento dos nutrientes, varia com as condições de climáticas, tipo de solo, sistema de irrigação, manejo cultural, entre outros fatores.

Tabela 4. Comparação das médias dos acúmulos de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte aérea, da planta de cenoura no final do ciclo para os dois parcelamentos. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.

Parcelamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----mg planta <sup>-1</sup> -----					
1/3+1/3+1/3	199,80a	57,19a	512,60a	34,20a	28,72a	15,46b
1/6+2/6+3/6	200,23a	60,00a	514,93a	35,64a	29,56a	19,00a
CV(%)	4,47	5,64	6,94	6,67	6,30	11,70

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

\* CV= Coeficiente de variação

Tabela 5. Comparação das médias dos acúmulos de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na raiz, da planta de cenoura no final do ciclo para os dois parcelamentos. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.

Parcelamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----mg planta <sup>-1</sup> -----					
1/3+1/3+1/3	170,75a	31,67b	334,23a	95,83b	68,84b	20,11b
1/6+2/6+3/6	173,09a	33,03a	335,43a	101,18a	74,07a	23,01a
CV(%)	6,84	4,71	12,76	3,47	4,79	13,15

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

\* CV= Coeficiente de variação

Tabela 6. Comparação das médias dos acúmulos de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) no total (parte aérea+raiz), da planta de cenoura no final do ciclo para os parcelamentos. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.

Parcelamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----mg planta <sup>-1</sup> -----					
1/3+1/3+1/3	370,55a	88,87a	846,83a	130,04b	97,57b	36,58b
1/6+2/6+3/6	373,38a	93,03b	850,37a	136,83a	103,64a	42,01a
CV(%)	5,48	4,82	5,06	4,03	4,60	10,26

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

\* CV= Coeficiente de variação

## 6.4. Características físico-químicas da raiz da cenoura

### 6.4.1. Efeito das doses de nitrogênio

Os teores máximos estimados de sólidos solúveis e acidez titulável na raiz da cenoura no parcelamento 1/3+1/3+1/3, foram de 8,75 °Brix e 0,112 % (Figura 20), obtidos com as doses de 114 e 102,60 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura, respectivamente (Figura 20). No parcelamento 1/6+2/6+3/6 os teores máximos estimados foram de 8,51 °Brix e 0,122 % (Figura 20), com as doses de 125 e 103 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura, respectivamente.

Lima et al. (2001) obtiveram valores semelhantes de sólidos solúveis (8,48 °Brix) e superior de acidez titulável (0,69 %), em cenoura ‘Nantes’

tratadas com irradiação ionizante, assim como Alves et al. (2010), com valores de sólidos solúveis de 8,6; 9,40 e 10,95 °Brix e de acidez titulável de 0,167; 0,171; e 0,172 %, para as cultivares Brasília, Esplanada e Alvorada, respectivamente, cultivadas em diferentes densidades populacionais. Ferreira et al. (2011) encontraram valores de sólidos solúveis de 9,9 °Brix em cenoura ‘Brasília’, cultivadas em monocultivo e consorciada com rabanete. Figueiredo Neto et al. (2011) obtiveram teores de sólidos solúveis e acidez titulável de 7,2 °Brix e 0,23 %, respectivamente, em cenoura ‘Brasília’ cultivadas com composto orgânico. Também em cenoura ‘Brasília’, Soares et al. (2010) encontraram valores de sólidos solúveis e acidez titulável de 7,15 °Brix e 0,169 %, respectivamente.

Segundo Bleinroth, (1991), os sólidos solúveis constituem um fator que exerce influência no sabor do produto, pois representam os ácidos, os sais, as vitaminas, os aminoácidos, algumas pectinas e os açúcares presentes nos vegetais. Por isso é comum associar que quanto maior o teor de sólidos solúveis, maior o teor de açúcar (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Contudo, esse não é um parâmetro importante na comercialização da cenoura (FERREIRA et al., 2011). Já a acidez titulável é uma medida da porcentagem de ácidos orgânicos, com destaque para os ácidos málico, cítrico, tartárico, oxálico e succínico (BLEINROTH, 1981) e, de acordo com Fenema (1985), a tendência desses ácidos orgânicos é redução após o amadurecimento e durante a armazenagem, devido à oxidação desses ácidos para produção de energia no ciclo de Krebs.

A relação sólidos solúveis/acidez titulável (“ratio”) é uma das melhores formas de avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez, proporcionando, assim, boa ideia do equilíbrio entre esses dois componentes (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A relação máxima de SS/AT estimada para o parcelamento 1/3+1/3+1/3 foi de 82,89 com a dose de 115 kg de N ha<sup>-1</sup>, e no parcelamento 1/6+2/6+3/6, o valor máximo estimado foi de 98,65 na dose de 126 kg de N ha<sup>-1</sup> (Figura 20). Alves et al. (2010) obtiveram valores inferiores da relação SS/AT de 50,15, 55,70 e 59,85 para as cultivares Brasília, Alvorada e Esplanada, respectivamente, cultivadas em diferentes densidades populacionais. Também Figueiredo Neto et al. (2011) relatam valores inferiores de SS/AT de 30,8, em cenoura ‘Brasília’, cultivada com composto orgânico.

O teor de açúcares redutores no parcelamento 1/3+1/3+1/3 não apresentou influência das doses de nitrogênio em cobertura, com médias de 4,24

% (Figura 20). No parcelamento 1/6+2/6+3/6 o valor máximo estimado foi de 4,78 % com a dose de 119,7 kg de N ha<sup>-1</sup>. Maringone et al. (2012) encontraram valores inferiores de açúcares redutores (1,48 %) em cenoura ‘Nantes’ tratadas com fungicidas para controle da queima das folhas, assim como Evangelista et al. (2009), também em cenouras ‘Nantes’, minimamente processadas (1,84 %).

Já o pH no parcelamento 1/3+1/3+1/3 não foi influenciado pelas doses de nitrogênio em cobertura, com média de 6,22 (Figura 20). No parcelamento 1/6+2/6+3/6 o valor máximo estimado do pH da raiz foi de 7,77 com a dose de 96 kg de N ha<sup>-1</sup>. Os valores de pH obtidos na pesquisa estão dentro dos padrões para essa hortaliça, pois de acordo com Lima et al. (2001), a cenoura é classificada como um alimento pouco ácido, por apresentar pH acima de 4,5. Os valores observados não diferem muito dos obtidos por outros autores, como Lima et al. (2001), que obtiveram pH de 5,7 em cenoura ‘Nantes’ tratadas com irradiação ionizante. Ferreira et al. (2011) encontraram pH de 6,23 e 6,22 em cenoura ‘Brasília’ cultivadas em monocultivo e consorciada com rabanete, respectivamente. Alves et al. (2010) encontraram valores de 5,91; 5,99 e 5,87 para as cultivares Alvorada, Brasília e Esplanada, respectivamente, assim como Soares et al. (2010) com valores de 5,96 e 5,52 em cenoura ‘Brasília’.

Os teores de carotenóides máximos estimados na raiz da cenoura foram de 804,09 e 792,24 µg g polpa<sup>-1</sup>, nos parcelamentos 1/3+1/3+1/3 e 1/6+2/6+3/6, respectivamente, com as doses de 79 e 80 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura (Figura 20). Lima et al. (2001) encontraram teor de carotenóides na faixa de 870 a 1000 µg g polpa<sup>-1</sup>, em cenoura ‘Nantes’ tratadas com irradiação ionizante. Pereira (2002), avaliando o teor de carotenóides em 14 cultivares de cenoura, obteve valores na faixa de 583,5 a 769,2 µg g polpa<sup>-1</sup> para cultivares ‘Brasília’ e de 704,0 para cultivares do grupo Nantes. Figueiredo Neto et al (2011) obtiveram valores de 896 µg g polpa<sup>-1</sup> em cenoura ‘Brasília’ cultivadas com composto orgânico.

Os carotenóides existentes na cenoura são responsáveis pela cor alaranjada das raízes, e têm atividade de pró-vitamina A, ou seja, quando ingeridos pelo ser humano são transformados em vitamina A, constituindo-se em uma das principais fontes desta vitamina para o organismo (SPAGNOL et al., 2006).

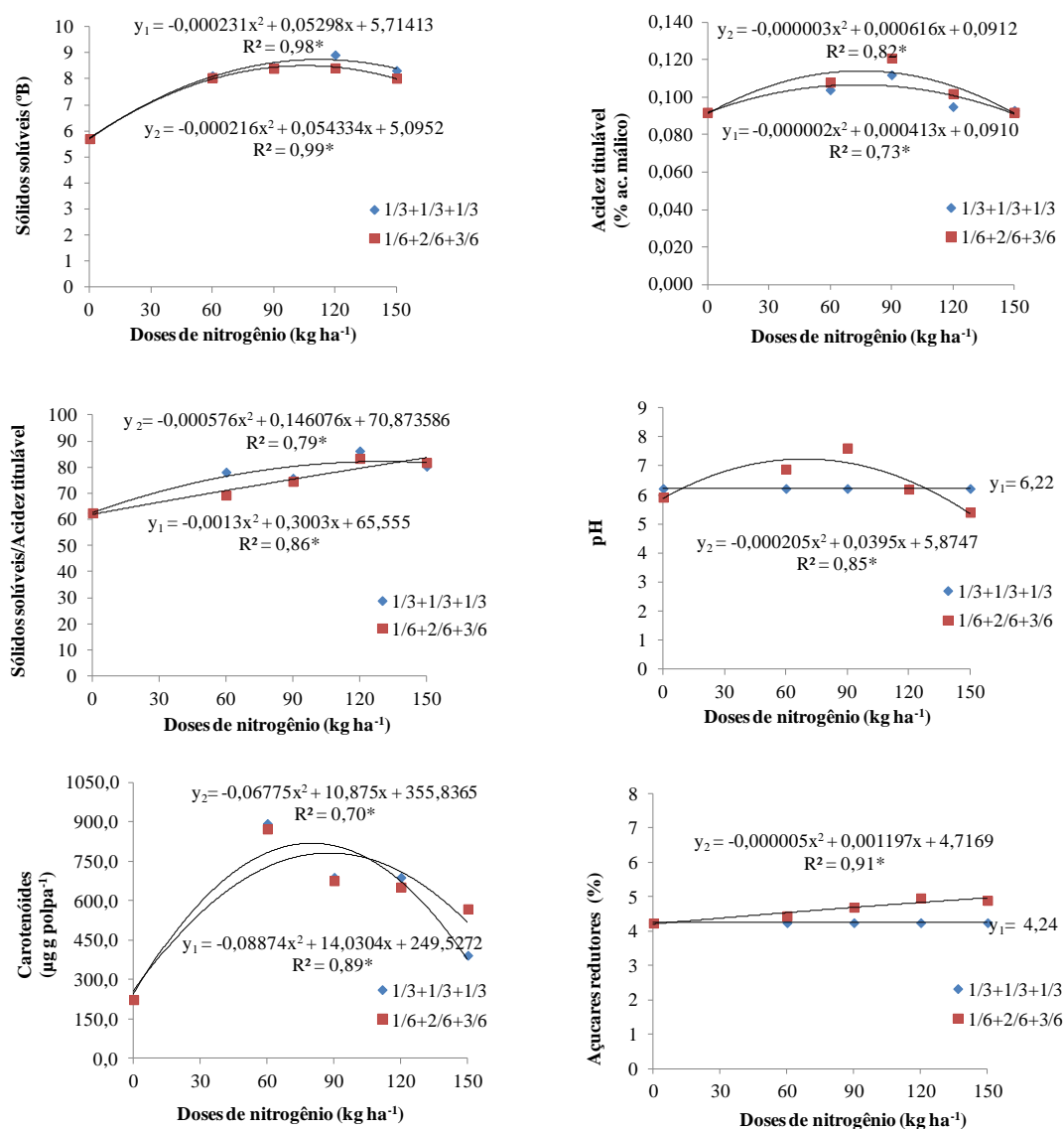


Figura 20. Teor de sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável, pH, concentração de carotenóides e teor de açúcares redutores na raiz da cenoura, em função de doses de nitrogênio em cobertura nos parcelamentos 1/3+1/3+1/3 ( $y_1$ ) e 1/6+2/6+3/6 ( $y_2$ ). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.

#### 6.4.2. Efeito dos parcelamentos

Os parcelamentos não influenciaram o teor de sólidos, solúveis, acidez titulável, pH e açúcares redutores, no entanto, influenciaram na relação sólidos solúveis/acidez titulável e no teor de carotenóides, sendo obtidos maiores valores para o sólidos solúveis/acidez titulável no parcelamento 1/3+1/3+1/3 e para o teor de carotenóides no parcelamento 1/6+2/6+3/6 (Tabela 7).

O carotenóides apesar desse não ser uma característica valorizada comercialmente (a não ser que afete a coloração da raiz), é

importantíssimo do ponto de vista nutricional, pois são precursores da vitamina A e a cenoura é uma das principais fontes para o ser humano. Portanto, o parcelamento 1/6+2/6+3/6 além de favorecer o aumento da produtividade também favorece o aumento da qualidade nutricional.

Tabela 7. Comparação das médias do teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), “ratio” (SS/AT), potencial hidrogeniônico (pH), açúcares redutores (AR) e concentração de carotenoides (CAR) para os dois parcelamentos. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2013.

Parcelamentos	SS °Brix	AT %Ac. málico	SS/AT	pH	AR %	CAR μ g g polpa <sup>-1</sup>
1/3+1/3+1/3	8,45a	0,101a	82,61a	6,53a	4,24a	651,03b
1/6+2/6+3/6	8,22a	0,106a	77,21b	5,30a	4,74a	697,91a
CV(%)	5,82	14,77	11,17	1,39	11,23	11,99

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

\* CV= Coeficiente de variação

## 7. CONCLUSÕES

- Para a maioria das características vegetativas e de produção da raiz, obteve-se efeito quadrático para as doses de nitrogênio em cobertura, com máxima produtividade estimada para a dose de  $138 \text{ kg de N ha}^{-1}$ .
- No parcelamento  $1/6+2/6+3/6$  foram obtidos maiores valores para massa da matéria fresca da parte aérea, massa da matéria fresca da raiz, diâmetro da raiz e produtividade.
- Os parcelamentos não influenciaram nos teores de macronutrientes na diagnose foliar.
- O acúmulo dos macronutrientes pela planta de cenoura, apresentou efeito quadrático em função das doses de nitrogênio em cobertura, sendo os maiores acúmulos no parcelamento  $1/3+1/3+1/3$  obtidos com doses na faixa de  $105$  a  $127 \text{ kg de N ha}^{-1}$  e no parcelamento  $1/6+2/6+3/6$  com as doses na faixa de  $135$  a  $140 \text{ kg de N ha}^{-1}$ .
- A ordem decrescente dos macronutrientes acumulados pela parte aérea da cenoura nos dois parcelamentos foi: potássio > nitrogênio > cálcio > magnésio > fósforo > enxofre.
- A ordem decrescente dos macronutrientes acumulados pela raiz da cenoura nos dois parcelamentos foi: potássio > nitrogênio > fósforo > cálcio > magnésio > enxofre.



-A ordem decrescente dos macronutrientes acumulados pela planta (parte aérea+raiz) da cenoura nos dois parcelamentos foi: potássio > nitrogênio > cálcio > fósforo > magnésio > enxofre.

-As características físico-químicas apresentaram valores máximos para doses distintas de nitrogênio em cobertura e o parcelamento 1/6+2/6+3/6 proporcionou maior teor de carotenoides.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2013: **Anuário da agricultura brasileira 2013**. Informa economics/FNP, 2013. 482p.

ALVES, S. S. V. et al. Qualidade de cenoura em diferentes densidades populacionais. **Revista Ceres**, v. 57, n. 2, p. 218-223, 2010.

ALVES, A. U. et al. Manejo da adubação nitrogenada para a batata-doce: fontes e parcelamento de aplicação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 6, p. 1554-1559, 2009.

ALVES, A. U. et al. Desenvolvimento e estado nutricional da beterraba em função da omissão de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 292-295, 2008.

ANGHINONI, I. Adubação nitrogenada nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: SANTANA, M. B. M. **Adubação nitrogenada no Brasil**. Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1986. p. 1-18.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry**. 11 ed. Maryland, 1997. 1141 p.

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, n. 4, p. 785-792, 2004.

BARBOSA, L. J. N. **Eficiência de produção do inhame em função de sistemas de plantio e da adubação nitrogenada**. 2004. 61f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2004.

BORTHWICK, H. A. Carrot seed germination. **Proceedings of American Society for Horticultural Science**, v. 28, p. 310-314, 1931.

BORTOLINI, C.G. **Eficiência do método de adubação nitrogenada em pré-semeadura do milho implantado em semeadura direta após aveia preta**. 2000. 48f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

BOSKOVIC-RAKOCEVIC, L. et al. Effect of nitrogen fertilization on carrot quality. **African Journal of Agricultural Research**, v. 7, n. 18, p. 2884-2900, 2012.

BLEINROTH, E. W. Determinação do ponto de colheita, maturação e conservação das frutas. In: Industrialização de Frutas. **Manual Técnico**, n. 8. Campinas: ITAL, 1991. 206 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Brasil: Ministério da Saúde, 2005. 1018 p.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 376-470.

CARDOSO, A. I. I.; HIRAKI, H. Avaliação de doses e épocas de aplicação de nitrato de cálcio em cobertura na cultura do rabanete. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 3, p. 328-331, 2001.

CARDOSO, A. I. I. Produção e qualidade de sementes de cenoura das cultivares Brasília e Carandaí. **Bragantia**, v. 59, n. 1, p 77-81, 2000.

CEAGESP. **Normas de classificação de Cenoura**. Disponível em:

<[http://www.ceagesp.gov.br/produtor/classific/fc\\_cenoura](http://www.ceagesp.gov.br/produtor/classific/fc_cenoura)>. Acesso em: 15 fev. 2014.

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

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**, 2 ed. Lavras - MG, Ed. UFLA, 2005. 785p.

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. (Coords.). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1993. p. 85-140.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009. Suplemento 1 CD-ROM.

EMBRAPA HORTALIÇAS. **Distribuição da produção de hortaliças no Brasil**.

2013. Disponível em: <

[http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortalicas\\_em\\_numeros/hortalicas\\_em\\_numeros.htm](http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortalicas_em_numeros/hortalicas_em_numeros.htm)>. Acesso em 14/08/2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2006. 306p.

ESPÍNDOLA, C. R.; TOSIN, W. A. C.; PACCOLA, A. A. Levantamento pedológico da Fazenda Experimental São Manuel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 14., 1974, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 650-654, 1974.

EVANGELISTA, R. M. et al. Teores de açúcares e amido de cenoura 'Nantes' minimamente processada. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2, p. 349, 2004. Suplemento 1 CD-ROM.

FAQUIN, V.; ANDRADE, A. T. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional das hortaliças**. 2004. Disponível em: <

[http://www.dcs.ufla.br/site/\\_adm/upload/file/pdf/Prof\\_Faquin/Nutricao\\_mineral\\_diagnose\\_hortalicas2\\_ed.pdf](http://www.dcs.ufla.br/site/_adm/upload/file/pdf/Prof_Faquin/Nutricao_mineral_diagnose_hortalicas2_ed.pdf). Acesso em: 15 setembro. 2013.

FENEMA, Q. R. **Food chemistry**. Marcel Dekker, New York, 1985, 991p.

FERNANDES, F. M. Manejo do nitrogênio e do enxofre no solo. In: VALE, D. W.; SOUSA, J. I.; PRADO, R. M. **Manejo da fertilidade do solo e nutrição de plantas**. Jaboticabal: FCAV, 2010. p. 97-118.

FERREIRA, D. F. **SISVAR** - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras - MG: UFLA, 2010.

FERREIRA, L. A. **Características produtivas de genótipos de batata-doce (*Ipomoea batatas* L) em Areia-PE**. 2006. 23f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

FERREIRA, R. M. A. et al. Qualidade pós-colheita de cenoura durante o desenvolvimento em monocultivo e consorciada com rabanete. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 2, p. 423-428, 2011.

FIGUEIREDO NETO, A. et al. Influência de composto orgânico nas características físico-químicas de cenoura “Brasília” no município de Petrolina (PE). **Revista Semiárido De Visu**, v. 1, n. 1, p. 3-9, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3.ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2008. 421p.

FINGER, F. L.; DIAS, D. C. F. S; PUIATTI, M. Cultura da cenoura. In: FONTES, P. C. R (Ed.) **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. p. 371-384.

FOLONI, J. S. S. et al. Adubação de cobertura na batata-doce com doses combinadas de nitrogênio e potássio. **Semina**, v. 34, n. 1, p. 117-126, 2013.

GRANGEIRO, L. C. et al. Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. **Ciência Agrotecnologia**, 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, n. 3, p. 505-509, 2002.

- HAILU, S.; SEYOUM, T.; DECHASSA, N. Effect of combined application of organic-P and inorganic-N fertilizers on yield of carrot. **African Journal of Biotechnology**, v. 7, n. 1, p. 27-34, 2008.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. 533 p.
- KURTZ, C. et al. Produtividade e conservação de cebola afetadas pela adubação nitrogenada no sistema de plantio direto. **Horticultura Brasileira**, v. 3, n. 1, p. 559-567, 2013.
- LENIS, J. I. et al. Leaf retention and cassava productivity. **Field Crops Research**, v. 95, n. 1, p. 126-134, 2006.
- LIMA, K. S. C. et al. Efeito da irradiação ionizante na qualidade pós-colheita de cenouras (*Daucus carota* L) cv. Nantes. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, v. 21, n. 2, p. 202-208, 2001.
- LOPES, A. S. **Manual Internacional de fertilidade do solo**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 2004, 177p.
- LUZ, J. M. Q. et al. Adubação de cobertura com nitrogênio, potássio e cálcio na produção comercial de cenoura. **Horticultura brasileira**, v. 27, n. 4, p. 543-548, 2009.
- MALAVOLTA E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres. 1980. 251p.
- MALAVOLTA E; VITTI, G. C; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS. 1997. 319p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, 2006, 638p.
- MALUF, W. R. Heterose e emprego de híbridos F<sub>1</sub> em Hortaliças. In: NASS LL; VALOIS ACC; MELO IS; VALADARES MC. (Eds). **Recursos genéticos e melhoramento: plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 327-356.

- MARINGONI, A. C. et al. Ação de fungicidas no controle da queima das folhas e nas características físico-química da cenoura cv. Nantes. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, n. 2, p. 161-165, 2012.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2th. London: Academic Press, 1995, 889p.
- MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. Diagnose foliar. In: Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, 1999. p. 143-170.
- MENDONÇA, A. T. C.; PEIXOTO, N. Efeitos do espaçamento e de níveis de adubação em cultivares de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v. 9, n. 2, p. 80-82, 1991.
- MENEGAZZO, T. M. Cenoura. **Revista Hortifruti Brasil**, v. 9, n. 93, p. 25, 2010.
- MONIRUZZAMAN, M. et al. Effect of Nitrogen on the Growth and Yield of Carrot (*Daucus carota* L.). **The Agriculturists**, v. 11, n. 1, p. 76-81, 2013.
- MUBASHIR, M. et al. Growth, yield and nitrate accumulation of irrigated carrot and okra in response to nitrogen fertilization. **Pakistan Journal of Botany**, v. 42, n. 4, p. 2513-2521, 2010.
- MÜLLER, J. J. V. **Aspectos do armazenamento de cenoura (Daucus carota L.)**. In: MÜLLER, J. J. V.; CASALI, V. W. D. (ed.). Seminários de Olericultura. Viçosa: Imprensa Universitária, v. 5, 1982. p.01-25.
- NEGRINI, A. C. A.; MELO, P. C. T. Efeito de diferentes compostos e dosagens na produção de cenoura (*daucus carota* l.) em cultivo orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, p. 1036-1039, 2007.
- NELSON, N.; A. A Photometric adaptation of Somogy method for determination of glucose. **Journal Biological Chemistry**, v. 135, n. 1 p. 136-175, 1944.
- NOVAIS, R. F. et al. **Fertilidade do solo**. 1. ed. Viçosa-MG, Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2007, 1017p.
- OLIVEIRA, A. P. et al. Rendimento e qualidade de raízes de batata-doce adubada com níveis de ureia. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 4, p. 925-928, 2005.

- OLIVEIRA, S. P. et al. Efeito da poda e de épocas de colheita sobre características agronômicas da mandioca. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 1, p. 99-108, 2010.
- OLIVEIRA, A. P.; ESPÍNOLA, J. E. F.; ARAÚJO, J. S.; COSTA, C. C. Produção de raízes de cenoura cultivadas com húmus de minhoca e adubo mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 77-80, 2001.
- PANAZZOLO, F. **Influência de diferentes doses de salinidade e níveis de água na produção de cenoura**. 2011. 63 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.
- PEREIRA, A. S. **Teores de carotenoides em cenoura (*Daucus carota* L.) e sua relação com a coloração da raiz**. 2002. 128f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2002.
- PRIMAVESI, A.C. et al. Adubação nitrogenada em capim-*coastcross*: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 68-78, 2004.
- RAYNAL-LACROIX, C. **Nitrogen Nutrition of Carrots**. Proceedings of the Third Congress of the European Society for Agronomy, Padova, Italy, 1994, p. 616-617.
- REGHIN, M. Y.; DUDA, C. Efeito da época de semeadura em cultivares de cenoura. **Ciências Agrárias e Engenharias**, v. 6, n. 1, p. 103-114, 2009.
- 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.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 180 p.
- SAGRILO, E. et al. Efeito da época de colheita no crescimento vegetativo, na produtividade e na qualidade de raízes de três cultivares de mandioca. **Bragantia**, v. 61, n. 1, p. 115-125, 2002.



- SANTOS, H. F. **Níveis de nitrogênio e épocas de aplicação sobre a produção e qualidade do alho (*Allium sativum* L.)**. 1997. 58f. Dissertação (Mestrado em produção vegetal) - Universidade Federal da Paraíba, Areia. 1997.
- SCIVITTARO, W. B. et al. Adubação nitrogenada na formação de porta-enxertos de limoeiro 'Cravo' em tubetes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 131-135, 2004.
- SCHUCW, S. M. L.; SOARES, M. H. G.; ENEIDA SCHUCK. Avaliação de cultivares de cenoura sob duas fontes de adubo orgânico animal na região da grande Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 5, n. 2, p. 193-200, 1999.
- SILVA, et al. Correlação entre acúmulo de massa seca e conteúdo de nutriente na melancia cv. 'Olímpia' sob ótimas condições de adubação nitrogenada e fosfatada. **Revista Verde**, v 9, n. 3, p. 28-34, 2014.
- SILVA, W. L. C; et al. Fontes de nitrogênio para fertirrigação de pimentão em ambiente protegido via gotejamento. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. 1, p. 822-823, 2000. Suplemento 1 CD-ROM.
- SMOLEŇ, S.; SADY, W. The effect of nitrogen fertilizer form and foliar application on the concentrations of twenty-five elements in carrot. **Horticulturae**, v. 21, n. 1, p. 3-6, 2009.
- SOARES, I. A. A. et al. Interferência das plantas daninhas sobre a produtividade e qualidade de cenoura. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 247-254, 2010.
- SOUZA, A. F. et al. Teores de macronutrientes e produção de matéria seca em cenouras do Grupo Brasília, cultivadas em solos sob cerrado. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 376, 2003. Suplemento 1, CD-ROM.
- SOUZA, S. R. & FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: **Nutrição Mineral de Plantas**. Ed. Manlio Silvestre Fernandes. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, 2006, 432p.
- SPAGNOL, W. A.; PARK, K. J.; MONTEIRO, J. M. Taxa de respiração de cenouras minimamente processadas e armazenadas em diferentes temperaturas. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 552-554, 2006.

STIPP, S. R.; CASARIN, V. Importância do enxofre na agricultura brasileira.

**Informações Agronômicas**, n. 129, p. 15-20, 2010.

TRANI, P. E.; CANTARELA, H.; TIVELLI, S. W. Produtividade de beterraba em função de doses de sulfato de amônio em cobertura. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 726-730, 2005.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. Hortaliças. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. rev. atual. Campinas: Instituto Agronômico/Fundação IAC, (Boletim Técnico, 100), 1997. p. 157-185.

VIEIRA FILHO, P. S. et al. **Parcelamento de nitrogênio via água de irrigação na cultura de cenoura**. In: II INOVAGRI International Meeting, Fortaleza, p. 4766-4771, 2014.

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

VIEIRA, J. V.; PESSOA, H. B. S. V.; MAKISHIMA, N. **Cultivo da cenoura** (*Daucus carota* L.). Brasília: Embrapa Hortaliças, 1997. 20 p. (Instruções Técnicas, 13).

VILLAS BÔAS, R. L. **Doses de nitrogênio para pimentão aplicadas de forma convencional e através da fertirrigação**. 2001. 123f. Tese (Livre Docência) - Universidade Estadual paulista. Botucatu, 2001.

ZANELLA, B. E.; MOREIRA, G. C. Adubação nitrogenada na cultura da cenoura. **Cultivando o saber**, v. 6, n. 2, p. 47-55, 2013.

ZANFIROV, C. A. et al. Produção de cenoura em função das doses de potássio em cobertura. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 747-750, 2012.

ZÁRATE, N. A. H.; VIEIRA, M. C.; ROSA JÚNIOR, E. J.; ALVES, J. C. Populações de plantas e doses de nitrogênio na produção de rizomas de taro 'macaquinho'. **Ciência agrotecnologia**, v. 28, n. 5, p. 1190-1195, 2004.