



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

JOÃO PAULO NUNES DA COSTA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CENOURA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO
NITROGENADA E POTÁSSICA**

MOSSORÓ

2021

JOÃO PAULO NUNES DA COSTA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CENOURA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO
NITROGENADA E POTÁSSICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Manejo de Solo e Água.

Linha de pesquisa: Fertilidade do solo e Adubação

Orientador: Dr. Leilson Costa Grangeiro

MOSSORÓ

2021

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

C837d Costa, João Paulo Nunes da.
Desempenho agrônomo de cenoura em função da adubação nitrogenada e potássica / João Paulo Nunes da Costa. - 2021.
94 f. : il.

Orientador: Leilson Costa Grangeiro.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água, 2021.

1. *Daucus carota* L.. 2. Nitrogênio. 3. Potássio. 4. Produtividade. 5. Qualidade de raízes. I. Grangeiro, Leilson Costa, orient. II. Título.

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

JOÃO PAULO NUNES DA COSTA

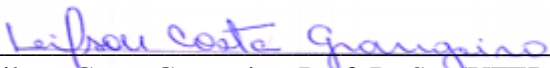
**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CENOURA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO
NITROGENADA E POTÁSSICA**

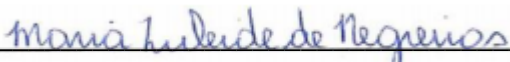
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Manejo de Solo e Água.


Linha de pesquisa: Fertilidade do solo e Adubação

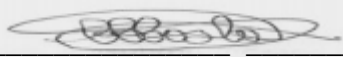
APROVADO EM: 18/02/2021


BANCA EXAMINADORA


Leilson Costa Grangeiro, Prof. D. Sc. (UFERSA)
Presidente (Orientador)


Maria Zuleide de Negreiros, Profa. D. Sc. (UFERSA)
Membro Examinador


José Francismar de Medeiros, Prof. D. Sc. (UFERSA)
Membro Examinador


Caciana Cavalcanti Costa, Profa. D. Sc. (UFCG)
Membro Examinador


Carlos Alberto Kenji Taniguchi, D. Sc (EMBRAPA)
Membro Examinador

Marizete Nunes da Costa (in memoriam)

Elio César Marson (in memoriam)

Minha esposa Rafaela Mendes pelo amor,
amizade e companheirismo.

DEDICO

Ao meu orientador Leilson Costa
Grangeiro pela confiança a mim
depositada, pelos ensinamentos.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me dar a dádiva da vida e a oportunidade de realizar meus sonhos.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), por todo conhecimento adquirido ao longo da minha vida acadêmica e pela oportunidade de realizar o doutorado tornando-me um profissional cada vez mais qualificado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água e a todos os professores que fazem parte deste sonho, que contribuíram direta e indiretamente para esta pesquisa, em especial aos professores José Francismar de Medeiros, Fabio Henrique, que foram essenciais para a conclusão deste trabalho.

Ao meu orientador, Leilson Costa Grangeiro pela confiança creditada a mim, desde o início, por todos os ensinamentos, orientações e conselhos, incentivando a fazer sempre o melhor.

Aos demais membros da banca examinadora, Prof.^a Dra. Maria Zuleide; Prof.^a Dra. Caciana Cavalcanti; Prof. Dr. José Francismar; Dr. Carlos Alberto pelas sugestões e contribuições para melhoria da presente pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu Pai Josué Nogueira da Costa pelo apoio, pela orientação e pela minha formação como pessoa.

À minha esposa Rafaela Mendes de Andrade Nunes por se fazer presente, sempre disposta a ajudar, aconselhar e incentivar em todos os momentos.

Aos meus familiares que sempre me apoiaram na realização de todos os meus sonhos e em especial aos meus irmãos: Antônio, Carlos, Paulo, Emerson, Cleodon, Alexandre, Herlandio, Fátima, Célia, Océlia e Liduina. Mesmo estando longe não me esqueço de vocês!

Aos meus amigos Edmilson Gomes, Jonatan Levi, Victor Gomes, Fabrício Almeida, Romualdo Cortez, Rodolfo Lacerda, Jorge Luiz, Núbia Marisa, Valdívia Sousa, Santiago Alves, Henrique Nogueira, Régis Vieira, Anderson Alves, Laíza Gomes, Natali Almeida, Anna Kézia e Ana Paula que sempre me apoiaram e ajudaram na condução deste trabalho e a enfrentar os momentos difíceis.

Aos funcionários da UFERSA em especial a Bruno Fernandes, Antônio Carlos, Maria Valdete, Elídio Andrade, Ana Kaline, Antônio Tomaz, por me apoiarem e ajudarem na realização deste trabalho.

Muito obrigado!

RESUMO

Costa, João Paulo Nunes da. **Desempenho agrônômico de cenoura em função da adubação nitrogenada e potássica**. 2021. 94f. Tese (Doutorado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2021.

A cenoura, (*Daucus carota L.*), é uma hortaliça de grande expressão econômica mundial e no Brasil é a quinta em valor econômico. Entre os nutrientes mais absorvidos e exportados pela cenoura destacam-se o potássio e o nitrogênio. Todavia, as quantidades de nutrientes podem variar com a cultivar, densidade populacional, a fertilidade e tipo de solo, além do manejo cultural que podem influenciar diretamente a produtividade e qualidade da cenoura. Assim, objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico de cenoura em função da adubação nitrogenada e potássica. A pesquisa constou de dois experimentos que foram realizados na fazenda experimental Rafael Fernandes em Mossoró-RN, entre junho e outubro de 2018 e 2019. O delineamento experimental foi em blocos casualizados completos em esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de quatro doses de nitrogênio (0; 40; 80 e 120 kg ha⁻¹ de N) e quatro doses de potássio (0; 45; 90 e 135 kg ha⁻¹ de K₂O). As variáveis foram altura da planta, matéria seca da raiz, folha e total, classificação das raízes, produtividade comercial, não comercial, total, análise econômica de adubação, sólidos solúveis, teor de β-carotenoides, açúcares solúveis totais, acidez total, pH e percentual de miolo branco. Em 2018, a combinação de 120 kg ha⁻¹ de N e 135 kg ha⁻¹ de K₂O proporcionou maior produtividade comercial; em 2019, a combinação de 63,33 kg ha⁻¹ de N e 90 kg ha⁻¹ de K₂O resultou em maior produtividade comercial; as doses de máxima eficiência econômica recomendadas para a produtividade comercial de cenoura foram estimadas em 80 kg ha⁻¹ de N com 135 kg ha⁻¹ de K₂O. As doses crescentes de N influenciaram nos teores de sólidos solúveis, pH e na relação SS/AT. O teor máximo estimado de sólidos solúveis foi obtido na combinação da dose de 80 kg ha⁻¹ de N, combinada com a dose de 90 kg ha⁻¹ de K₂O. As doses de nitrogênio, potássio e experimentos influenciaram a acidez titulável, o percentual de açúcares solúveis totais e o teor de β-caroteno indicando que adubação mais as condições edafoclimáticas interferem na qualidade comercial das raízes de cenoura. As doses mais elevadas de nitrogênio e potássio induziram a formação de raízes com miolo branco reduzindo a sua qualidade comercial.

Palavras-chave: *Daucus carota L.*, Nitrogênio, Potássio, Produtividade, Qualidade de raízes.

ABSTRACT

Costa, João Paulo Nunes da. **Agronomic performance of carrots as a function of nitrogen and potassium fertilization.** 2021. 94f. Thesis (Doctor of Science in Manejo de Solo e Água) – Federal Rural University of the Semi-Arid (UFERSA), Mossoró-RN, 2021.

The carrot, (*Daucus carota* L.), is a vegetable of great economic expression worldwide and in Brazil it is the fifth in economic value. Among the nutrients most absorbed and exported by carrots, potassium and nitrogen stand out. However, the amounts of nutrients can vary with the cultivar, population density, fertility and soil type, in addition to the cultural management that can directly influence the carrot's productivity and quality. Thus, the objective was to evaluate the agronomic performance of carrots as a function of nitrogen and potassium fertilization. The research consisted of two experiments that were carried out at the Rafael Fernandes experimental farm in Mossoró-RN, between June and October 2018 and 2019. The experimental design was in complete randomized blocks in a 4 x 4 factorial scheme, with four repetitions. The treatments consisted of a combination of four doses of nitrogen (0; 40; 80 and 120 kg ha⁻¹ of N) and four doses of potassium (0; 45; 90 and 135 kg ha⁻¹ of K₂O). The variables were plant height, root dry matter, leaf and total, root classification, commercial, non-commercial, total productivity, economic analysis of fertilization, soluble solids, β-carotenoid content, total soluble sugars, total acidity, pH and percentage of white kernels. In 2018, the combination of 120 kg ha⁻¹ of N and 135 kg ha⁻¹ of K₂O provided greater commercial productivity; in 2019, the combination of 63.33 kg ha⁻¹ of N and 90 kg ha⁻¹ of K₂O resulted in greater commercial productivity, the doses of maximum economic efficiency recommended for commercial carrot productivity were estimated at 80 kg ha⁻¹ of N with 135 kg ha⁻¹ of K₂O. The increasing doses of N influenced the levels of soluble solids, pH and the SS / AT ratio. The maximum estimated soluble solids content was obtained by combining the dose of 80 kg ha⁻¹ of N, combined with the dose of 90 kg ha⁻¹ of K₂O. The increasing doses of N influenced the levels of soluble solids, pH and the SS / AT ratio. The maximum estimated soluble solids content was obtained by combining the dose of 80 kg ha⁻¹ of N, combined with the dose of 90 kg ha⁻¹ of K₂O. The doses of nitrogen, potassium and experiments influenced the titratable acidity, the percentage of total soluble sugars and the β-carotene content indicating that fertilization plus the edaphoclimatic conditions interfere with the commercial quality of the carrot roots. The higher doses of nitrogen and potassium induced the formation of roots with white kernels, reducing their commercial quality.

Keywords: *Daucus carota* L., Nitrogen, Potassium, Productivity, Root quality.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo II

Figura 1. Altura de planta de cenoura, em função de doses de potássio e nitrogênio.....	27
Figura 2. Matéria seca de folha (A), raiz (B), total (C) e teor de N na folha diagnostica (D) de cenoura, em função de doses de nitrogênio, e experimentos (2018●) e (2019■)	29
Figura 3. Teor de K na folha diagnostica de cenoura, em função de doses de nitrogênio e potássio, no experimento 2018(A) e experimento 2019 (B).....	32
Figura 4. Classificação de raiz de cenoura, C1 (A), C3 (B) e C4 (C) em função de doses de nitrogênio e época de cultivo.....	35
Figura 5. Produtividade total de cenoura, em função de doses de nitrogênio e potássio no experimento 2018 (A) e experimento 2019 (B).....	37
Figura 6. Produtividade comercial de cenoura, em função de doses de nitrogênio e potássio no experimento 2018 (A) e experimento 2019 (B).....	39
Figura 7. Produtividade não comercial de cenoura, em função de doses de nitrogênio.....	41

Capítulo III

Figura 1. Sólido solúveis totais de cenoura, em função das doses de nitrogênio e potássio.....	61
Figura 2. Acidez total titulável (% de ácido málico): de raiz cenoura, em função de doses de nitrogênio e potássio no experimento 20018 (A) e experimento 2019 (B).....	63
Figura 3. Açúcares solúveis totais (%) de raiz cenoura, em função de doses de nitrogênio e potássio no experimento 20018 (A) e no experimento 2019 (B).....	64
Figura 4. Potencial hidrogeniônico (A) e relação SS/ATT (B) de raiz de cenoura em função de doses de nitrogênio e experimentos.....	67
Figura 5. Beta carotenode cenoura, em função de doses de nitrogênio e potássio no experimento 2018 (A) e experimento 2019 (B).....	70
Figura 6. Porcentagem de raízes com “miolo branco” de cenoura, em função de doses de nitrogênio e potássio.....	72

LISTA DE TABELAS

Capítulo II

Tabela 1. Resultados das análises químicas e granulométrica do solo das áreas experimentais dos anos 2018 e 2019. Mossoró-RN. UFERSA, 2021.....	19
Tabela 2. Manejo da irrigação na área experimental. Mossoró-RN. UFERSA, 2021.....	21
Tabela 03. Cálculos dos teores de potássio aplicado via água de irrigação, com base nas lâminas de irrigação aplicadas nas áreas experimentais dos anos 2018 e 2019. Mossoró-RN. UFERSA, 2021.....	22
Tabela 4. Resumo da análise de variância para altura de planta (AL), massa seca de folha (MSF), raiz (MSR) e total (MST), teor de N folha diagnostica (NFD), teor de K folha diagnostica (KDF).....	26
Tabela 5. Massa seca de folha (MSF), raiz (MSR) e total (MST), teor de N na folha diagnostica (NFD) em função doses de nitrogênio e épocas de cultivo.....	29
Tabela 6. Resumo da análise de variância para classificação de cenoura (C1, C2, C3, C4%), produtividade total (PDT), produtividade comercial (PDC) e produtividade não comercial (PDNC) de cenoura em função de doses de N e K.....	33
Tabela 7. Porcentagem de raízes classe 3 (C3-médias) e classe 4 (C4-longas) em função de doses de nitrogênio e épocas de cultivo.....	36
Tabela 8. Peso da Produtividade Comercial (PDC), Preço por quilo de Cenoura (Preço /kg), Receita Bruta (RB), Gastos com Fertilizantes Nitrogenados e Potássicas e Receita Líquida em função de doses N e de K ₂ O aplicadas ao solo.....	42

Capítulo III

Tabela 1. Resultados das análises químicas e granulométrica do solo das áreas experimentais dos anos 2018 e 2019. Mossoró-RN. UFERSA, 2021.....	54
Tabela 2. Manejo da irrigação na área experimental. Mossoró-RN. UFERSA, 2021.....	55
Tabela 03. Cálculos dos teores de potássio aplicado via água de irrigação, com base nas lâminas de irrigação aplicadas nas áreas experimentais dos anos 2018 e 2019. Mossoró-RN. UFERSA, 2021.....	57
Tabela 4. Resumo da análise de variância para sólidos solúveis totais (SS), acidez total titulável ``% de ácido málico`` (AT), relação SS/AT, açúcares solúveis totais (AST), potencial	

hidrogeniônico (pH), beta caroteno (β -C) e porcentagem de raízes com “miolo branco” (PMB) de raízes de cenoura de cenoura em função de doses de N e K.....	60
Tabela 5. Açúcares solúveis totais (%) de raiz cenoura, em função de doses de nitrogênio e potássio nos experimentos 20018 e 2019. Mossoró-RN. UFERSA, 2021.....	66
Tabela 6. Potencial hidrogeniônico (pH) em função doses de nitrogênio e experimentos. Mossoró-RN. UFERSA, 2021.....	68

SUMARIO

CAPÍTULO I- DESEMPENHO AGRONÔMICO DA CULTURA DA CENOURA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA	1
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	2
2.1 Exigências edafoclimáticas da cultura da cenoura	3
2.2 Exigências nutricionais da cenoura	4
2.3 Respostas da cenoura a adubação nitrogenada e potássica.....	7
2.4 Recomendações de adubação	9
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	11

CAPÍTULO II - PRODUTIVIDADE DE CENOURA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA	16
1 INTRODUÇÃO	18
2 MATERIAL E MÉTODOS	19
2.1 Localização e características da área experimental.....	19
2.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	20
2.3 Implantação e condução dos experimentos.....	20
2.4 Variáveis analisadas.....	23
2.5 Análise estatística.....	24
2.6 Análise econômica de adubação.....	24
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
3.1 Crescimento e teor de N e K na folha diagnose.....	26
3.2 Classificação e produtividades de raízes.....	33
4 CONCLUSÕES.....	44
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	45

CAPÍTULO III QUALIDADE DE CENOURA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA	51
1 INTRODUÇÃO	53
2 MATERIAL E MÉTODOS	54
2.1 Localização e características da área experimental.....	54
2.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	54

2.3 Implantação e condução dos experimentos.....	55
2.4 Variáveis Analisadas.....	58
2.5 Análise estatística.....	59
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
3.1 Qualidade de raízes de cenoura.....	60
3.1.1 Teor de sólidos solúveis (SS).....	60
3.1.2 Acidez total titulável (AT).....	62
3.1.3 Açúcares solúveis totais (AST).....	64
3.1.4 Potencial hidrogeniônico (pH) e relação SS/ATT.....	67
3.1.5 Teor de betacaroteno.....	69
3.1.6 Porcentagem de miolo branco na raiz.....	71
4 CONCLUSÕES.....	73
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	74

CAPÍTULO I - DESEMPENHO AGRONÔMICO DA CULTURA DA CENOURA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma planta da família das Apiáceas do grupo das raízes tuberosas, ela produz uma raiz aromática e comestível, sendo uma das olerícolas mais importantes no mundo, tanto em extensão de área plantada quanto em valor socioeconômico (ALVES et al., 2010; RESENDE et al., 2016).

A produção mundial de cenoura e nabo em 2018 foi de aproximadamente de 39 milhões, sendo a China o maior produtor com 18 milhões de toneladas (FAO, 2018). A produção brasileira em 2016 foi de 756.940 toneladas, em uma área colhida em torno de 14 mil hectares, sendo os principais pólos de cultivo os estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, Goiás, Bahia (ABH, 2019).

A região Nordeste participa com 22,5% da área total de cultivo, no estado da Bahia o que se destaca na produção de cenoura. A produção de cenoura no Rio Grande do Norte em 2017, foi de 33 toneladas (CONAB,2017), apresentando assim um volume insignificante, visto que necessitando da importação de outras regiões para suprir a demanda interna, com consequente elevação de preços (TEÓFILO et al., 2009). Desse modo, para atender a demanda desse estado são necessários estudos sobre a cultura, em especial ao manejo da adubação que carece de uma atualização na recomendação de adubação para a região.

Dentre os fatores que condicionam o desempenho da cenoura a adubação é um dos mais importantes, pois a cultura tem um ciclo curto de 90 a 120 dias, apresentando um rápido crescimento e uma elevada exigência por nutrientes com potencial produtivo em torno de 100 a 120 t ha⁻¹ (CECÍLIO FILHO & PEIXOTO, 2013). Dessa maneira, ela necessita de um solo com alta fertilidade para suprir a demanda nutricional, o que geralmente não ocorre, sendo então necessário recorrer ao uso da adubação para corrigir a deficiência, o que implica assim na elevação dos custos.

Uma forma de reduzir os custos é a utilização do parcelamento dos nutrientes, podendo ocasionar uma redução na quantidade total de nutrientes aplicada ou o aumento de sua eficiência, uma vez que o parcelamento possibilita fornece somente as quantidades de nutrientes necessárias para o crescimento e desenvolvimento da cultura evitando assim os excessos ou perdas.

Dentre os nutrientes utilizados na adubação destacam-se o nitrogênio e o potássio, ambos influenciam no rendimento e na qualidade de raízes (LUZ et al., 2009), são também os macronutrientes mais extraídos e acumulados pela cenoura (AQUINO et al., 2015). O nitrogênio tem papel importante no crescimento, pois possui função estrutura sendo constituído de aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas e diversas enzimas, além de atuar na absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MALAVOLTA et al., 1997; CARRANCA et al., 2018).

Quando o nitrogênio se encontra no solo em quantidade insuficiente para o suprimento das plantas suas folhas ficam cloróticas e produzem menos. Contudo, se estiver em excesso a planta vegeta excessivamente (MALAVOLTA et al., 2002). O aumento das doses de nitrogênio aumenta a concentração de β -caroteno (HOCHMUTH et al., 1999) e reduz o teor de vitamina C (BOSKOVIC-RAKOCEVIC et al., 2012).

O potássio tem um papel crucial no estado energético da planta, na translocação e no armazenamento de assimilados e na manutenção da relação água-tecido, além de desempenhar papel fundamental na qualidade da cenoura visto que estimula o crescimento da raiz e auxilia o processo de fotossíntese e na respiração. É necessário para a translocação de açúcares e formação de carboidratos (EL-NASR & IBRAHIM, 2011; SALIH et al., 2016). Porém, o excesso de potássio pode levar ao aumento na concentração salina do solo, redução na absorção de outros cátions, principalmente Ca^{2+} e Mg^{2+} , promovendo redução da produtividade da cultura e perdas por lixiviação no solo (ZANFIROV et al., 2012).

Diversos estudos foram realizados no Brasil e em outros países com nitrogênio e potássio na cultura da cenoura (ALI et al., 2003; LUZ et al., 2009; BOSKOVIC-RAKOCEVIC et al., 2012; ZANFIROV et al., 2012; MONIRUZZAMAN et al., 2013; AQUINO et al., 2015; ASSUNÇÃO et al., 2016; SILVA et al., 2017; COLOMBARI et al., 2018). Esses estudos mostram que a cultura tem respondido de forma satisfatória a adubação nitrogenada e potássica, e que o uso destes nutrientes tem proporcionado maiores produtividades, associados a melhor qualidade da cenoura. Porém, no Rio Grande do Norte as pesquisas sobre esse assunto ainda são incipientes.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho agrônomico de cenoura em função da adubação nitrogenada e potássica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Exigências edafoclimáticas da cultura da cenoura

A cenoura (*Daucus carota L.*) é originária da região onde hoje se localiza o Afeganistão, é uma planta herbácea, bienal, cultivada de forma anual, sendo amplamente cultivada em todo mundo devido seu valor econômico e nutricional. A cenoura é uma planta predominantemente de clima temperado, mas também é cultivada em regiões tropicais e subtropicais, especialmente em grandes altitudes (Stolarzyk & Janick, 2011).

No Brasil, o cultivo da cenoura pode ser realizado o ano todo, mas é importante conhecer as condições climáticas do local, a fertilidade do solo e as cultivares adaptadas às diferentes condições de cultivo (SILVA et al., 2017), pois a temperatura é o fator climático mais importante para a produção de raízes. As temperaturas de 10 a 15 °C favorecem o alongamento e o desenvolvimento de coloração característica, enquanto as temperaturas superiores a 21 °C estimulam a formação de raízes curtas e de coloração deficiente (VIEIRA & PESSOA, 2008).

Existem cultivares que formam boas raízes sob temperaturas de 18 a 25 °C. entretanto, em temperaturas acima de 30°C a planta tem o ciclo vegetativo reduzido, o que afeta o desenvolvimento das raízes e a produtividade (RESENDE et al., 2016). As temperaturas baixas associadas aos dias longos induzem o florescimento precoce, principalmente daquelas cultivares que foram desenvolvidas para plantio em épocas quentes do ano (VIEIRA & PESSOA, 2008).

Outro fator importante é a umidade do solo, pois segundo Marouelli et al. (2007) a cultura da cenoura é extremamente exigente em água e muito sensível ao déficit hídrico, mas o excesso de água no solo pode levar a prejuízo ainda maior, uma vez que reduz a disponibilidade de oxigênio e afeta a absorção de nutrientes pelas raízes. Lima Junior et al. (2012) comentam que o uso da irrigação no cultivo de cenoura favorece o aumento da produtividade e o aprimoramento da qualidade da raiz. Entretanto, o déficit/ou excesso de água tal como o modo de aplicação (aspersão, gotejamento), podem propiciar condições desfavoráveis ao desenvolvimento da cenoura e levar à queda na produtividade da cultura, além de aumentar os custos com energia e fertilizantes, principalmente ao se trabalhar com baixa eficiência de irrigação e de fertirrigação, podendo até mesmo resultar na contaminação dos recursos hídricos (por agrotóxicos e fertilizantes). Dessa forma, para o cultivo de cenoura são indicados solos do tipo areno-argiloso ou argilo-arenoso devendo ser friáveis e bem drenados, pois em solos muito argilosos as raízes podem ficar deformadas em razão da maior dificuldade em se aprofundar

(LACERDA, 2014). Segundo Trani et al. (1993) é necessário conhecer as características físicas, químicas e biológicas do solo, pois essas propriedades afetam sensivelmente a produtividade e a qualidade das raízes de cenoura.

Observamos que em solos com textura arenosa a cenoura tem um desenvolvimento superior por encontrar poucos empecilhos ao seu crescimento em relação aos solos de alto teor de argila (CARVALHO et al., 2016). Porém, em solo de textura média arenosa as perdas de nutrientes são bastante elevadas devido aos processos de lixiviação e volatilização, sendo o nitrogênio e o potássio os nutrientes que apresentam as maiores perdas.

2.2 Exigências nutricionais da cenoura

Atualmente existe no mercado brasileiro várias cultivares que diferem em relação ao ciclo da cultura, a exigência nutricional, uma vez que para cada nível de rendimento e cultivar existe a respectiva demanda nutricional (AQUINO et al., 2015). Conhecer o acúmulo total de nutrientes extraídos pela cultura ou cultivar, a fertilidade do solo, as demandas nutricionais e o estágio de máxima extração da cultura são pontos importantes para alcançar altos rendimentos e definir um programas de adubação (Singh et al., 2012).

As modernas cultivares são exigentes em nutrientes, principalmente em nitrogênio e potássio, sendo que a exigência de N e K pela cultura da cenoura aumenta quando se espera obter maiores índices de produtividade (FILGUEIRA, 2012).

A cenoura é bastante exigente em termos nutricionais requerendo um programa de adubação equilibrado capaz de repor os nutrientes extraídos pela cultura, evitando assim o esgotamento do solo. Porém, geralmente para compensar as perdas de N e K por lixiviação ou volatilização os produtores praticam a fertilização excessiva acarretando em problemas ambientais e na saúde humana pelo acúmulo de nitrato (HOCHMUTH et al., 1999). Em grandes quantidades de nitrato no organismo humano, o NO^{-3} pode ser convertido em N-nitrosaminas, que são compostos potencialmente carcinogênicos, além de poder transformar a hemoglobina do sangue em ferrihemoglobina (metahemoglobinemia), impedindo o transporte de oxigênio dos alvéolos pulmonares para os tecidos (Hirondel; Hirondel, 2001).

O acúmulo de nutrientes nas plantas reflete as exigências nutricionais, que varia em função de vários fatores como do nível de produção, da espécie ou cultivar, estágio fenológico, da fertilidade do solo e/ou adubação, do clima e dos tratos culturais (PRADO, 2008), entre esses fatores a fertilidade do solo é influencia fortemente a sua produtividade.

As exigências nutricionais variam com o ciclo da cultura e para suprir as demandas nutricionais é necessário conhecer o ciclo fenológico da cultura possibilitando o parcelamento de fertilizantes, cuja prática muito utilizada na produção de hortaliças como alternativa que possibilita maior eficácia do fertilizante na cultura amenizando as perdas por lixiviação e/ou volatilização (SILVA et al., 2017). Além de permitir ajustes em programas de fertilização com doses adequadas de nutrientes para melhorar seu desempenho e obter maiores rendimentos e menores custos de produção (CECÍLIO FILHO e PEIXOTO, 2013).

A cenoura apresenta o ciclo fenológico dividido em quatro estágios. O primeiro estágio compreende o período da sementeira até o estabelecimento das plantas (30 a 35 dias). O segundo é a fase vegetativa que compreende o período entre o estabelecimento das plantas e o início do engrossamento de raízes (crescimento primário que continua crescendo até os 60 a 70 dias após a germinação). O terceiro, por sua vez, é a fase de engrossamento de raiz que corresponde ao período em que a raiz de armazenamento começa a crescer rapidamente em diâmetro (crescimento secundário) até o início da senescência da parte aérea. O quarto estágio é de maturação compreendido entre o início da maturação a colheita (MAROUELLI et al., 2007).

No primeiro estágio a planta é jovem, a absorção de nutrientes é pequena, depois segue-se um período de acumulação logarítmica e num período final há uma fase de estabilização (COLMBARI et al., 2018). Estudos realizados por Raynal-Lacroix. (1994) e Moniruzzaman et al. (2013) observaram que em cenoura o nitrogênio aplicado era apenas cerca de 10 a 15% absorvido no início e no final do seu crescimento, sendo o restante 85 a 90% absorvido durante a fase de crescimento da planta.

Estudo realizado por Oliveira et al. (2006) no cultivar Brasília verificaram que a maior demanda de N aconteceu no período de 50 a 60 DAS. Trabalho conduzindo por Teófilo et al. (2009) observaram que a parte aérea das cultivares Brasília, Esplanada e Alvorada apresentaram acúmulo de matéria seca linear ao longo do ciclo. Cecílio Filho & Peixoto (2013) comparando o crescimento, acúmulo e exportação de nutrientes em cultivar de cenoura 'Forto' observaram que a raiz apresentou marcha de acúmulo de N distinto do observado para as folhas, pois o acúmulo de N se acentuou a partir de 60 dias após a sementeira (DAS) permanecendo com elevadas taxas de incremento até o final do cultivo.

Cecílio Filho & Peixoto (2013) observaram que o acúmulo de N na parte aérea da cenoura em três fases distintas. Na primeira fase compreendeu até 60 DAS quando o acúmulo foi crescente e representou 39,5% do total acumulado nesta parte da planta, aos 120 DAS. A segunda fase, de 60 a 90 DAS, na qual ocorreu intenso acúmulo de N nas folhas foram

acumulados $145,5 \text{ mg planta}^{-1}$ de N, o que representou 33,2% do total acumulado nas folhas. A taxa de acúmulo neste período foi de $4,8 \text{ mg planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. Em relação a raiz o acúmulo de N foi distinto do observado nas folhas, pois o acúmulo de N se acentuou a partir de 60 DAS e permaneceu com elevadas taxas de incremento até o final do cultivo. O período de 60 a 120 DAS pode ser considerado o de maior demanda por N pela cenoura ‘Forto’. Observa-se comportamento semelhante foi obtido por Oliveira et al. (2006) ao verificarem que a maior demanda de N, pela cultivar ‘Brasília’ ocorreu a partir dos 50 a 60 DAS, sendo que a raiz participou com 32% de N acumulado.

Dezordi et al. (2015) observaram que as cultivares de verão produziram menos raízes para a mesma quantidade acumulada dos nutrientes N, P, Ca, S, B, Cu e Zn, quando comparadas às cultivares de inverno. Isso indica que as cultivares de inverno apresentam maior eficiência agrônômica de uso desses nutrientes. A maior eficiência agrônômica das cultivares de inverno pode estar relacionada à partição de biomassa pelo índice de colheita (IH) da MS, pois para a mesma quantidade de raízes produzidas, a cultivar de verão gera maior acúmulo de MS na parte aérea e, conseqüentemente, maior acúmulo de nutrientes neste órgão.

Estudo feito por Corrêa & Cardoso (2017) mostrou a seguinte ordem decrescente de extração dos macronutrientes no híbrido ‘Bangor’ pela parte aérea, raiz e total foram: $K > Ca > N > Mg > S > P$; $K > N > Ca > P > S > Mg$ e $K > N > Ca > P > Mg > S$, respectivamente. Dezordi et al. (2015) verificaram a seguinte ordem de extração dos acúmulos estimados de nutrientes para as cultivares de inverno e verão, respectivamente: $K > N > Ca > P > Mg > S > Fe > B > Mn > Zn > Cu$ e $K > N > Ca > P > Mg > S > Fe > B > Zn > Mn > Cu$. A ordem decrescente de acúmulo de nutrientes nas cultivares de inverno e verão é idêntica para os macronutrientes; entretanto, há mudança na ordem de acúmulo de Mn e Zn.

Cecílio Filho & Peixoto (2013) obtiveram as seguintes quantidades de nutrientes totais acumuladas por planta na cultivar Forto 437,9; 87,4; 906,4; 155,46; 37,63 e 58 mg de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, a ordem decrescente de acúmulo de macronutrientes verificada para a cenoura ‘Forto’ foi: $K > N > Ca > P > S > Mg$; os nutrientes N, P, K, Mg e S acumularam-se preferencialmente na raiz, enquanto o Ca principalmente nas folhas.

Em relação ao potássio Cecílio Filho & Peixoto (2013) observaram que o acúmulo na parte aérea da cenoura apresentou três fases. A primeira fase correspondeu ao período entre a semeadura até 60 DAS apresentando acúmulo crescente, mas em quantidades pequenas, e atingiu ao final desse período $16,3 \text{ mg planta}^{-1}$, o que representou 4,3% do total de K na parte aérea da planta. Ao final desta primeira fase a relação N:K, considerando toda a planta, foi de 0,7:1.

Na segunda fase no período entre 60 aos 100 DAS, ocorreu intenso acúmulo de K nas folhas e foram acumulados 315,6 mg planta⁻¹, correspondendo a 82,8% do acumulado pelas folhas aos 120 DAS. Vemos que próximo ao final do ciclo verificou-se desaceleração no acúmulo de K na parte aérea e o incremento verificado de 100 DAS (331,7) para 120 DAS (381,2 mg planta⁻¹) foi de 14,9%. Já a raiz apresentou o acúmulo de K distinto do observado para as folhas, pois o acúmulo de K se acentuou a partir dos 70 DAS permaneceu com elevadas taxas de incrementos até o final do cultivo, totalizando 525,2 mg planta⁻¹. Considerando os valores observados do total de potássio acumulado ao final do ciclo verificou-se que as folhas contribuíram com aproximadamente 42% e a raiz com 58%. Estudo realizado por Oliveira et al. (2006) mencionou que a cultivar ‘Brasília’ a raiz participou com 60% do acúmulo de K, no período de 60 a 120 DAS.

O potássio tem baixa eficiência de recuperação na cenoura. Porém, tem a alta demanda desse nutriente na cultura podendo apresentar limitação por deficiência. Assim, sugere-se aumentar ou fracionar as doses de K ao longo do ciclo da cenoura como alternativas para superar essa limitação (Dezordi et al., 2015).

2.3 Respostas da cenoura a adubação nitrogenada e potássica

O nitrogênio é um dos principais nutrientes exigidos no cultivo de cenoura, apresentando maior influência na produção, muito embora, em geral, seja o segundo nutriente mais acumulado por esta cultura. Além da adubação nitrogenada outros fatores como a época de cultivo e as cultivares influenciam na produtividade, nos teores de nutrientes nas folhas e raízes, na extração e exportação de nutrientes pela cultura da cenoura (AQUINO et al. 2015).

A resposta da cenoura ao nitrogênio tem sido demonstrada em diversos trabalhos como Ali et al. (2003); Dezordi et al. (2015); Assunção et al. (2016), os quais observaram o aumento no rendimento e na qualidade. A qualidade da cenoura foi potencializada, principalmente pelo efeito da aplicação de N, pois esse nutriente é importante para o crescimento da planta e no aumento dos teores de açúcar e caroteno. De acordo com vários autores Cserni et al. (1988); Boskovic-Rakocevic et al. (2012) o aumento das doses de N tem efeito positivo sobre a concentração de caroteno, na concentração do açúcar total, porém há influência negativamente na concentração de matéria seca na cenoura.

A cultura da cenoura responde as doses crescentes de nitrogênio, sendo demonstrado no trabalho Dezordi et al. (2015) desenvolvida no inverno, pois para obter uma produtividade de

120 t ha⁻¹ de raízes é recomendada uma aplicação de 171,5 kg ha⁻¹ de N, mostrando que ao aumentar as doses de N aumenta o rendimento da cultura.

De acordo com Filgueira (2012) o fornecimento de quantidades adequadas de nitrogênio favorece o desenvolvimento vegetativo da cultura expandido a área fotossintética ativa e elevando seu potencial produtivo. Porém, o aumento da fertilização de N, deve ser realizada com cautela, pois o excesso de N pode acarretar incrementos ilimitados para a produção desordenadas da parte aérea em detrimento da produtividade de raízes (Oliveira, 2015) e no aumento da quantidade de raízes rachadas ou quebradas (Ali et al., 2003).

Ademais, o aumento das doses de nitrogênio de 60 a 120 kg ha⁻¹ resultou no incremento do acúmulo de nitrato nas raízes, redução no teor de vitamina C e aumento no teor de β-caroteno (BOSKOVIC-RAKOCEVIC et al., 2012). Recente estudo realizado por Pettipas et al. (2008) mostrou correlações negativas entre as concentrações de N, P, K e B do tecido e o rendimento indicando que ao aumentar os níveis de concentração no tecido além do ideal pode reduzir os rendimentos.

Colombari et al. (2018) analisaram a resposta da produção de matéria seca e remoção de nutrientes pela cenoura a diferentes fracionamentos e doses de nitrogênio constataram que a extração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre pela parte aérea foram maiores no fracionamento 1/6+2/6+3/6. Os maiores valores foram estimados em 178; 37; 338; 96; 76 e 27 mg planta⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, para doses estimadas de N em cobertura variando entre cerca de 135 a 140 kg ha⁻¹ de N. Em relação ao acúmulo na raiz no fracionamento 1/6+2/6+3/6, as maiores extrações estimadas foram de 210; 63; 522 e 39 mg planta⁻¹, respectivamente, obtidos com doses estimadas próximas a 140 kg ha⁻¹ de N e de Mg e S, em mg planta⁻¹, foram de 34 e 22, respectivamente, com as doses de 127 e 134 kg ha⁻¹ de N.

O potássio é um dos nutrientes mais absorvidos pelas plantas e desempenha papel vital no metabolismo da produção agrícola e na determinação da qualidade do produto. Além disso, aumenta a capacidade das plantas para resistir a doenças, ataques de insetos, frio, tensões de seca e outras condições adversas (El-nasr et al., 2011; Shikha et al., 2016). O potássio está relacionado com a qualidade da cenoura, atuando no desenvolvimento da raiz e nos processos fisiológicos, por seu papel na ativação de várias enzimas durante a biossíntese de fotoassimilados, transporte de carboidratos da fonte (folha) para reservatórios (raízes), além da influência significativa no conteúdo de caroteno na raiz (ALI et al., 2003; HOCHMUTH et al., 2006; EL-NASR et al., 2011; EL-TOHAMY et al., 2011; SUBBA et al. 2016).

Estudo realizado por Zanfirov et al. (2012) mostrou um ganho de 14% na produtividade na dose máxima 45,8 kg ha⁻¹ de K₂O, combinada com a dose fixada de 90 kg ha⁻¹ de N em

cobertura em comparação com testemunha sem aplicação de potássio. Luz et al. (2009) relatou um ganho de 27%, na produtividade com a aplicação de 229 kg ha⁻¹ do formulado 20-00-20, em cobertura em relação a testemunha. Contudo, esses autores não avaliaram apenas o potássio, visto ser difícil concluir se o aumento da produção comercial foi devido ao nitrogênio, ao potássio ou de ambos os nutrientes.

2.4 Recomendações de adubação

Com o intuito de atender as exigências nutricionais das culturas e o manejo adequado dos nutrientes foram criadas diversas recomendações de adubação para responder as condições de cada região. Por exemplo, para o cultivo de cenoura no estado de São Paulo utiliza-se as recomendações de calagem e adubação do Boletim Técnico 100 (Raij et al., 1997) que recomenda aplicar no momento do plantio, a aplicação de 20; 180-360 e 60-180 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. A adubação em cobertura deve ser feita com 60-120 kg ha⁻¹ de N e 30-60 kg ha⁻¹ de K₂O, parcelando em 3 vezes, aos 15, 30 e 50 dias após a germinação.

Para o cultivo de cenoura no estado de Minas Gerais utiliza-se as recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes da 5ª Aproximação (Ribeiro et al., 1999), sendo levado em conta a produção esperada em t ha⁻¹, a textura do solo e a disponibilidade de fósforo e de potássio. A recomendação sugere a aplicação de 100% do fósforo, 30% do nitrogênio e 40% do potássio no plantio, e o restante do nitrogênio e potássio 70 e 60%, respectivamente, deve ser aplicado em duas coberturas, aos 20 e aos 40 dias da emergência, adicionando ainda no plantio 1 a 2 kg ha⁻¹ de boro e, ou, 2 a 3 kg ha⁻¹ de zinco, caso o solo seja deficiente.

No estado do Rio Grande do Norte os produtores têm utilizado como referência a recomendação de adubação do estado Pernambuco para determinar as doses de N, P e K, onde se recomenda por ocasião do plantio a aplicação de 40; 60-180 e 30-90 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, e aplicar nos canteiros 3,5 L/m² de esterco de curral. Na adubação em cobertura deve ser feita com 40 kg ha⁻¹ de N e 30 kg ha⁻¹ de K₂O, o nitrogênio parcelando em duas vezes, aos 25 e 45 dias após a germinação e o potássio aos 25 dias junto com o nitrogênio (CAVALCANTI, 2008).

Segundo Luz et al. (2009) a adubação em cobertura normalmente deve ser feita com 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N). Entretanto, nos plantios em épocas chuvosas recomendam-se a aplicação de 60 kg ha⁻¹ de N e 60 kg ha⁻¹ de K₂O, aos 30 e 60 dias após a emergência.

As recomendações de adubação existentes encontram-se desatualizadas, pois é necessário considerar os aspectos particulares das cultivares, os sistemas de cultivo, as

extrações, as exportações dos nutrientes e as quantidades necessárias de nutrientes (AQUINO et al., 2015). Desse modo, não é viável utilizar recomendações de outros Estados, devido as variações climáticas e pedológicas entre os estados que podem influenciar na dosagem aplicada, gerando excesso ou carência nutricional (JESUS, 2018).

REFERÊNCIAS

ALI, M. D. A.; HOSSAIN, M. D. A.; MONDAL, M. F. AND FAROOQUE, A. M. Effect of Nitrogen and Potassium on Yield and Quality of Carrot. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, v.6, n.18, p.1574-1577, 2003. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.3923/pjbs.2003.1574>.

ALVES, S. S. V.; NEGREIROS, M. Z. DE; AROUCHA, E. M. M.; LOPES, W. DE A. R.; TEÓFILO, T. M. DA S.; FREITAS, F. C. L. DE; NUNES, G. H. DE S. Qualidade de cenouras em diferentes densidades populacionais. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 57, n.2, p. 218-223, mar/abr, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2010000200013>.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI&FRUTI 2019 Brazilian Vegetable Year Book. Santa Cruz do Sul. Editora Gazeta. Santa Cruz. RS. 96 p. 2019. ISSN 2178-0897.

AQUINO, R. F. B. A.; ASSUNÇÃO, N. S.; AQUINO, L. A.; AQUINO, P. M. DE; OLIVEIRA, G. A. DE. AND CARVALHO, A. M. X. DE. Nutrient demand by the carrot crop is influenced by the cultivar. *Revista Brasileira de Ciência Solo*, v.39, p.541-552, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/01000683rbc20140591>.

ASSUNÇÃO, N. S.; CLEMENTE, J. M.; AQUINO, L. A. DE; DEZORDI, L. R.; SANTOS, L. P. D. DOS. Carrot yield and recovery efficiency of nitrogen, phosphorus and potassium. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 29, n. 4, p. 859 - 865, out.- dez., 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n410rc>.

BOSKOVIC-RAKOCEVIC, L.; PAVLOVIC, R.; ZDRAVKOVIC, J.; ZDRAVKOVIC, M.; PAVLOVIC, N. AND DJURIC, M. Effect of nitrogen fertilization on carrot quality. *African Journal of Agricultural Research*, v.7, n.18, p. 2884-2900, May, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5897/AJAR11.1652>.

CARRANCA, C.; BRUNETTO, G.; TAGLIAVINI, M. Nitrogen Nutrition of Fruit Trees to Reconcile Productivity and Environmental Concerns. *Plants*, v.7, n. 4, 2018. Disponível em: DOI: 10.3390/plants7010004.

CARVALHO, F. T. B. DE; AVELAR, R. I. S.; COSTA, C. A. DA; SOUZA, C. G. Modification of soil texture for growing carrot. *Revista Agrarian*, v.9, n.32, p. 112-117, Dourados, 2016. ISSN: 1984-2538. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/201733>.

CAVALCANTI, F. J. A. Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2ª aproximação, 3 ed. Recife: IPA. 2008. 212p.

CECÍLIO FILHO, A. B. & PEIXOTO, F. DE C. Acúmulo e exportação de nutrientes em cenoura 'forto'. Revista Caatinga, Mossoró, v. 26, n.1, p. 64 -70, jan.-mar., 2013. Disponível em:https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/2071/pdf_40.

COLOMBARI, L. F.; LANNA, N. DE B. L.; GUIMARÃES, L. R. P.; MARTINS, B. N. M.; CARDOSO, A. I. I. Response of carrots dry matter yield and nutrients removal to nitrogen splitting and rates. Revista de Ciências Agrárias de Portugal, v.41, n.1 p.36 - 45, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17144>.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Boletim Hortigranjeiro, v. 3, n.11, Brasília, 74p. nov. 2017. ISSN 2446-5860.

CORRÊA, C. V. & CARDOSO, A. I. I. Extração de macronutrientes em cenoura em função das doses de potássio em cobertura. Revista cultivando o saber, v.10, n. 3, p.278 -285, Jul.-Set. 2017. Disponível em: <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/View/799/725>.

CSERNI, I.; PROHÁSZKA, K.; PATÓCS, I. The effect of different N-doses on changes in the nitrate-sugar and carotene contents of carrot. Acta agronomica hungarica, v.38, n.3-4, p. 341-348, 1988. Disponível em:<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1988.220.41>.

DEZORDI, L. R.; AQUINO, L. A. DE; NOVAIS, R. F.; AQUINO, P. M. DE & SANTOS, L. P. D. DOS. Nutrient Recommendation Model for Carrot Crop – FERTICALC Carrot. Revista Brasileira Ciência do Solo, v.39, p.1714-1722, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/01000683 rbcs20150065>.

EL-NASR, A. & IBRAHIM, E. A. Effect of diferente potassium fertilizer rates and foliar application with some sources of potassium on growth, yield and quality of carrot plants (*Daucus Carota L.*). jornal of plant production, v.2, n.4, p.559-569, April, 2011. Disponível em: DOI: 10.21608/jpp.2011.85591.

EL-TOHAMY, W. A., H. M. EL-ABAGY, M. A. BADR, S. D. ABOU-HUSSEIN AND Y. I. Helmy The Influence of Foliar Application of Potassium on Yield and Quality of Carrot (*Daucus carota L.*) Plants Grown under Sandy Soil Conditions. Australian Journal of Basic and

Applied Sciences, v.5, n.3, p.171-1741, 2011. Disponível em: [links/5c34750292851c22a363a061](https://doi.org/10.3390/app5030171).

FAO. 2018. FAOSTAT. FAO, Rome. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.(acesso jun. 2020).

FILGUEIRA, F. A. DOS R. Novo manual de olericultura: Agro tecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 3ª Ed., 2012. 421 p.

HIRONDEL, J. I. & HIRONDEL, J. L. Nitrate and man: toxic, harmless or beneficial? New York: CAB Publishing. 2001, 168p. DOI: 10.1079/9780851995663.0000

HOCHMUTH, G. J.; BRECHT, J. K. AND BASSETT, M. J. Fresh-market carrot yield and quality did not respond to potassium fertilization on a sandy soil validated by Mehlich-1 soil test. HortTechnology, v.16, n.2, p.270-276, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.16.2.0270>

HOCHMUTH, G. J.; BRECHT, J. K. AND BASSETT, M. J. Nitrogen fertilization to maximize carrot yield and quality on a sandy soil. Horticultural Sciences, v.34, n.4, p.641-645, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.34.4.641>.

JESUS, P. M. M. DE. Produção e eficiência nutricional de cultivares de cenoura sob adubação fosfatada. 2018. 48 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade federal rural do Semi-árido, Mossoró (RN).

LACERDA, Y. E. R. Produção e qualidade de cenouras e de beterrabas com aplicação de fertilizantes orgânicos. 2014. 62f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Universidade estadual da Paraíba, Campina Grande (PB).

LIMA JUNIOR, J. A.; PEREIRA, G. M.; GEISENHOFF, L. O.; SILVA, W. G. DA; VILAS BOAS, R. C. & SOUZA, R. J. DE. Desempenho de cultivares de cenoura em função da água no solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, n.5, p.514-520, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v16n5/v16n05a07.pdf>.

LUZ, J. M. Q.; ZORZAL FILHO A.; RODRIGUES, W. L.; RODRIGUES, C. R.; QUEIROZ, A. A. Adubação de cobertura com nitrogênio, potássio e cálcio na produção comercial de cenoura. Horticultura Brasileira, v.27, p.543-548, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362009000400023>.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicação. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 201 p.

MAROUELLI, W. A.; OLIVEIRA, R. A.; SILVA, W. L. C. Circular técnica 48. Irrigação da Cultura da Cenoura. Brasília, DF. Jan., 2007. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/ct_48_000gvxvkk9k02wx7ha0g934vgrw_mjhcl.pdf.

MONIRUZZAMAN, M.; AKAND, M. H.; HOSSAIN, M. I.; SARKAR, M. D. & ULLAH, A. Effect of Nitrogen on the Growth and Yield of Carrot (*Daucus carota* L.) The Agriculturists, v.11, n.1, p.76-81, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.3329/agric.v11i1.15246>.

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

OLIVEIRA, R. A.; MARROCOS, S. DE T. P.; LUCENA, R. R. M. DE; RAMOS, J. A. DA S.; GRANGEIRO, L. C. Acúmulo e exportação de nutrientes em cenoura. 2006. Horticultura Brasileira, Vitória da Conquista, v. 24, n. 2, suplemento CDROM, 2006.

PETTIPAS, F. C.; LADA, R. R.; CALDWELL, C. D.; WARMAN, P. Critical tissue identification and soil-plant nutrient relationships in dicar carrot. Communications in Soil Science and Plant Analysis, v.39, p.763-788, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00103620701879414>.

PRADO, R. M. Nutrição de plantas. São Paulo, Editora UNESP. 2008.

RAIJ, B. V; CANTARELLA, H; QUAGGIO, J. A; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC. 285p. 1997.

RAYNAL-LACROIX, C. Nitrogen Nutrition of Carrots. Proceedings of the Third Congress of the European Society for Agronomy, Padova, Italy, p.616-617,1994.

RESENDE, G. M.; YURI, J. E.; COSTA, N. D.; MOTA, J. H. Desempenho de cultivares de cenoura em sistema orgânico de cultivo em condições de temperaturas elevadas. *Horticultura Brasileira*. v.34, p.121-125, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620160000100018>.

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: UFV. P.359. 1999.

SALIH, R. F., ABDAN, K., WAYAYOK, A., HASHIM N. & RAHMAN, K. A. Improve Quality and Quantity of Plant Products by Applying Potassium Nutrient (A Critical Review). *Journal of Zankoy Sulaimani*, v.18 n.2 p.197-208, 2016.

SHIKHA, F. S.; SULTANA, N.; RAHMAN, M. D. A.; BHUIYA, S.H; RAHMAN, J; AKTER, N. Effect of potassium fertilization on the growth, yield and root quality of carrot. *Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, v.2, n.3, p.151-156, 2016. ISSN: 2411-6610.

SILVA, L. M.; BASÍLIO, S. A.; SILVA JÚNIOR, R. L.; BENETT, K. S. S.; BENETT, C. G. S. Aplicação de nitrogênio, potássio e cálcio na cultura da cenoura. *Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS*, v. 4, n. 3, p. 69-76, jul./set. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.32404/rean.v4i3.1412>.

SILVA, N. F. DA; CUNHA, F. N.; TEIXEIRA, M. B.; SOARES, F. A. L.; CABRAL FILHO, F. R. Distribution of nutrients in profile of a latosol subsurface drip via fertigated. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.11, nº.1, p. 1155 - 1165, 2017. Disponível em: DOI: 10.7127/rbai.v11n100556.

SINGH, D. P.; BELOY, J.; MCINERNEY, J. K.; DAY, L. Impact of boron, calcium and genetic factors on vitamin C, carotenoids, phenolic acids, anthocyanins and antioxidant capacity of carrots (*Daucus carota* L.). *Food Chemistry*, v. 132, n. 3, p.1161-1170, 2012.

STOLARCZYK, J. & JANICK, J. Carrot: history and iconography. *Chronica Horticulturae*, v.51, n.2, p.13-18, 2011. Disponível em: <http://www.actahort.org/chronica/pdf/ch5102.pdf>.

SUBBA, S. K.; YAMBEM, P.; ASHA, R. K.; DAS, ASIM; CHATTOPADHYAY, S. B. & CHOUDHURI, P. Effects of potassium and boron on quality parameters of carrot (*daucus carota* l.). *an international quarterly journal of environmental sciences*, v.9, p.487-490, 2016. ISSN: 0974 – 0376.

TEÓFILO, T. M. S DA; FREITAS, F. C. L. DE; NEGREIROS, M. Z. DE; LOPES, W. DE A. R. L; VIEIRA, S. S. Crescimento de cultivares de cenoura nas condições de Mossoró – RN. Revista Caatinga, v. 22, n.1, enero-marzo, 2009, p.168-174, 2009. ISSN: 0100-316X

TRANI, P. E.; FORNASIER, J. B.; LISBÃO, R. S. Nutrição Mineral e Adubação da cenoura. In. Ferreira, M. E.; Castellane, P. D.; Cruz, M. C. P. da. (Ed). Nutrição e adubação de hortaliças. Piracicaba: POTAFÓS, 1993. p.447-462.

VIEIRA, J. V. & PESSOA, H. B. S. V. 2008. Cultivares e clima. In: Cenoura. Sistemas de produção, 5. Embrapa Hortaliças. Disponível em<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cenoura/Cenoura_Daucus_Carota/clima.html>Acessa-do em 10 de nov. 2020.

ZANFIROV, C. A.; CORREA, C. V.; CARPANETTI, M. G.; CORREA, F. F.; CARDOSO, A. I. I. Produção de cenoura em função das doses de potássio em cobertura. Horticultura Brasileira. v.30, p.747-750, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000400030>.

CAPÍTULO II - PRODUTIVIDADE DE CENOURA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA

RESUMO

A adubação é um fator importante na produção agrícola, pois o uso de adubos minerais proporciona maior produtividade e qualidade das culturas, porém o uso excessivo de fertilizantes é prejudicial para as culturas e o meio ambiente. Na busca de encontrar o melhor manejo de adubação na cultura de cenoura objetivou-se avaliar a produtividade de cenoura em função da adubação nitrogenada e potássica. Dois experimentos foram realizados na fazenda experimental Rafael Fernandes em Mossoró-RN entre junho a outubro de 2018 e 2019. O delineamento experimental foi em blocos casualizados completos em esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de quatro doses de nitrogênio (0; 40; 80 e 120 kg ha⁻¹) e quatro doses de potássio (0; 45; 90 e 135 kg ha⁻¹). As variáveis analisadas foram: altura da planta, matéria seca da raiz, folha, total, classificação das raízes, produtividade total, comercial, não comercial e análise de eficiência econômica de adubação. Em 2018, a combinação de 120 kg ha⁻¹ de N e 135 kg ha⁻¹ de K₂O proporcionou maior produtividade comercial; em 2019, a combinação de 63,33 kg ha⁻¹ de N e 90 kg ha⁻¹ de K₂O resultou em maior produtividade comercial; as doses de máxima eficiência econômica recomendadas para a produtividade comercial de cenoura foram estimadas em 80 kg ha⁻¹ de N com 135 kg ha⁻¹ de K₂O.

Palavras-chave: *Daucus carota L.*, nitrogênio, potássio, rendimento, eficiência econômica.

CHAPTER II - CARROT PRODUCTIVITY IN FUNCTION OF NITROGEN AND POTASSIUM FERTILIZATION

ABSTRACT

Fertilization is an important factor in agricultural production, as the use of mineral fertilizers provides greater productivity and quality of crops, but the excessive use of fertilizers is harmful to crops and the environment. In the search to find the best fertilization management in the carrot culture, the objective was to evaluate the carrot productivity in function of nitrogen and potassium fertilization. Two experiments were carried out at the Rafael Fernandes experimental farm in Mossoró-RN, between June and October 2018 and 2019. The experimental design was in complete randomized blocks in a 4 x 4 factorial scheme, with four replications. The treatments consisted of a combination of four doses of nitrogen (0; 40; 80 and 120 kg ha⁻¹) and four doses of potassium (0; 45; 90 and 135 kg ha⁻¹). The variables analyzed were: plant height, root dry matter, leaf, total, root classification, productivity total, commercial, non-commercial and economic efficiency analysis of fertilization. In 2018, the combination of 120 kg ha⁻¹ of N and 135 kg ha⁻¹ of K₂O provided greater commercial productivity; in 2019, the combination of 63.33 kg ha⁻¹ of N and 90 kg ha⁻¹ of K₂O resulted in greater commercial productivity; The maximum economic efficiency doses recommended for commercial carrot productivity were estimated at 80 kg ha⁻¹ of N with 135 kg ha⁻¹ of K₂O.

Key words: *Daucus carota L.*, nitrogen, potassium, yield, economic efficiency.

1 INTRODUÇÃO

A cenoura (*Daucus carota L.*) pertencente à família Apiaceae é uma raiz comestíveis amplamente cultivada e consumida em todo o mundo (WIERZBOWSKA et al., 2017). No Brasil é a principal hortaliça de raiz em valor econômico e encontra-se entre as dez espécies de olerícolas mais cultivadas (Luz et al., 2009). A cenoura é uma importante fonte vegetal de compostos bioativos com propriedades promotoras da saúde, rica em carotenóides, antocianinas, fibra dietética, vitaminas e outros nutrientes (ŠEREGELJ et al., 2020; QUE et al., 2021).

O cultivo de cenoura geralmente ocorre em solos arenosos, os quais são caracterizados por baixo teor de matéria orgânica e, conseqüentemente, baixas reservas de nutrientes (IERNAa et al., 2020). Conseqüentemente, a adubação mineral é fundamental para suprir a demanda nutricional e alcançar altos rendimentos. Entre os nutrientes mais utilizados na cultura o nitrogênio e o potássio são os mais exigidos (OLIVEIRA, 2015; ZANFIROV et al., 2012).

Sobre cenoura recentes estudos com nitrogênio e potássio são necessários devido a importância desses nutrientes na cultura, pois o nitrogênio é responsável pelo crescimento e desenvolvimento da planta fazendo parte da molécula da clorofila, das enzimas, aminoácidos etc. Enquanto, o potássio é o principal nutriente relacionado à qualidade dos produtos colhidos, participa na ativação de várias enzimas, na regulação osmótica, no transporte de carboidratos da fonte (folha) para os reservatórios ou drenos (raízes) (MALAVOLTA, 2006; PRADO, 2008; TAIZ et al., 2017).

Estudos têm mostrado a importância da adubação mineral na produtividade e na qualidade de cenoura, principalmente, o nitrogênio e o potássio (OLIVEIRA et al., 2001; FILGUEIRA, 2012). Trabalhos realizados por Luz et al. (2009) e Silva et al. (2017) observaram correlação positiva e significativa entre o número de raízes comerciais e as doses crescentes de N e de K.

Moniruzzaman et al. (2013) estudando o efeito do nitrogênio no crescimento e rendimento da cenoura constataram maior rendimento com a dose 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Shikha et al. (2016) avaliando o efeito da fertilização com potássio obtiveram maior produtividade de cenoura com a dose 70 kg ha⁻¹ de K.

O presente estudo tem como objetivo avaliar a produtividade de cenoura em função da adubação nitrogenada e potássica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e características da área experimental

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental Rafael Fernandes pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada no distrito de Lagoinha, zona rural do município de Mossoró-RN (5°03'37" de latitude Sul, 37°23'50" longitude Oeste, com 72 m de altitude), nos períodos de junho de 2018 a outubro e 2019. O clima da região segundo classificação de Köppen é BSw^h (muito seco, com estação de chuva no verão atrasando-se para o outono) com precipitação média anual em torno de 674 mm. A umidade relativa média anual é de 68,9%, enquanto a temperatura média anual é de 27,7 °C. (Vanomark et al., 2018).

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Típico (EMBRAPA, 2018). As amostras de solos foram coletadas na profundidade de 0,0 a 0,2 m. Foram coletadas 10 amostras simples para formar uma amostra composta. Os resultados da análise física e química são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Resultados das análises químicas e granulométrica do solo das áreas experimentais dos anos 2018 e 2019. Mossoró-RN. UFERSA, 2021.

Atributos Químicos										
Exp.	pH	Mat. Org.	P (Melhich)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	(H+Al ³⁺)	SB	CTC	V
Ano	(H ₂ O)	(g kg ⁻¹)	----- (mg dm ⁻³) -----	..... (cmol _c dm ⁻³)						%
2018	4,8	5,59	5,00	29,64	0,41	0,13	1,57	0,63	2,2	29
2019	6,3	4,15	3,20	51,00	0,55	0,25	0,33	0,97	1,3	75

Atributos Físicos					
Exp.	AG	AF	Areia Total	Silte	Argila
	..... g kg ⁻¹				
2018	618,00	288,00	906,00	24,00	70,00
2019	620,00	280,00	900,00	30,00	70,00

SB - soma das bases trocáveis; CTC - capacidade de troca catiônica em pH 7,0; Mat.Org. - matéria orgânica; (V) - saturação por bases; AG: Areia grossa; AF: Areia fina.

2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi em blocos casualizados completos em esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de quatro doses de nitrogênio (0; 40; 80 e 120 kg ha⁻¹) e quatro doses de potássio (0; 45; 90 e 135 kg ha⁻¹). A unidade experimental foi constituída por canteiro de 3,00 m de comprimento por 1,20 de largura, com seis fileiras de plantas, espaçadas em 0,20 x 0,08 m. Considerou-se como área útil, as quatro fileiras centrais, desprezando uma planta em cada extremidade.

2.3 Implantação e condução dos experimentos

O preparo do solo constou de aração, gradagem e levantamento dos canteiros. A adubação de plantio foi realizada com base na análise do solo, utilizando-se 220 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Jesus, 2018), na forma de superfosfato simples.

A semeadura foi realizada manualmente, colocando-se 2 a 3 sementes por cova de 2 a 3 cm de profundidade, espaçadas de 0,20 x 0,08 m. O desbaste foi realizado aos 25 dias após a semeadura (DAS), deixando uma planta por cova. A cultivar utilizada foi o híbrido Amanda.

O sistema de irrigação utilizado foi por microaspersão até os 28 dias após a semeadura, para garantir melhor germinação das sementes, e no restante do ciclo, o gotejamento com três mangueiras por canteiro, espaçadas em 0,40 m, com gotejadores do tipo autocompensante e vazão média de 1,5 L h⁻¹, distanciados de 0,30 m entre si. As irrigações foram realizadas diariamente e as lâminas foram determinadas com base na evapotranspiração da cultura (ALLEN et al., 2006). As lâminas de irrigação aplicadas em 2018 e 2019 foram 990,74 e 743,88 mm ha⁻¹, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Manejo da irrigação na área experimental. Mossoró-RN. UFERSA, 2021.

Experimento 2018					
Estádio	Kc	ETo		Total dias	Volume de Irrigação (mm/ha)
		Ajustada (mm)	Período		
Inicial (1)	1,00	4,26	20/06 a 13/07	24	102,24
Vegetativo Primário (2)	0,86	4,63	14/07 a 04/08	22	88,15
Vegetativo Secundário (3)	1,83	5,40	05/08 a 05/10	62	614,20
Maturação (4)	1,85	5,58	06/10 a 24/10	18	186,15
Total				126	990,74

Experimento 2019					
Estádio	Kc	ETo		Total dias	Volume de Irrigação (mm/ha)
		Ajustada (mm)	Período		
Inicial (1)	1,11	4,26	12/06 a 05/07	24	113,27
Vegetativo Primário (2)	0,97	4,63	06/07 a 27/07	22	99,03
Vegetativo Secundário (3)	2,27	5,40	28/07 a 24/08	28	342,63
Maturação (4)	2,17	5,58	25/08 a 09/09	16	188,94
Total				90	743,88

A água utilizada na irrigação foi oriunda de um poço tubular profundo do aquífero arenito Açú. As características das análises químicas da água apresentaram pH = 7,1; CE = 0,61 dS m⁻¹; K⁺ = 0,65 mmol_c L⁻¹; Na⁺ = 1,73 mmol_c L⁻¹; Ca²⁺ = 2,50 mmol_c L⁻¹; Mg²⁺ = 1,90 mmol_c L⁻¹; Cl⁻ = 1,60 mmol_c L⁻¹; CO₃²⁻ = 0,0 mmol_c L⁻¹; HCO₃⁻ = 4,00 mmol_c L⁻¹ e RAS de 1,2.

Os valores de potássio na água de irrigação foram calculados para ambos os experimentos com base nas lâminas de irrigação aplicadas, no experimento em 2018 foi adicionado 182,01kg ha⁻¹ de K₂O e no experimento em 2019 foi adicionado 136,65 kg ha⁻¹ de K₂O, conforme com os cálculos na Tabela 03.

Tabela 03. Cálculos dos teores de potássio aplicado via água de irrigação, com base nas lâminas de irrigação aplicadas nas áreas experimentais dos anos 2018 e 2019. Mossoró-RN. UFERSA, 2021.

Experimento 01	Experimento 02
1° passo = Transformar $\text{mmol}_c / \text{L}^{-1}$ em $\text{cmol}_c / \text{L}^{-1}$	
$\frac{0,65(\text{mmol}_c \text{ L}^{-1})}{10} = 0,065(\text{cmol}_c \text{ L}^{-1})$	$\frac{0,65(\text{mmol}_c \text{ L}^{-1})}{10} = 0,065(\text{cmol}_c \text{ L}^{-1})$
2° passo = Transformar em g L^{-1}	
$0,065 (\text{cmol}_c \text{ L}^{-1}) \times 0,3909 = 0,025 \text{ g L}^{-1}$	$0,065 (\text{cmol}_c \text{ L}^{-1}) \times 0,3909 = 0,025 \text{ g L}^{-1}$
3° passo = Transformar em g m^2 (*1mm equivale a 1litro por m^2)	
*990,74 mm = 990,74 L	*743,88 mm = 743,88 L
$\frac{0,025 \text{ g L}}{x} \times \frac{1\text{L}}{990,74 \text{ L}} \therefore x = 25,175 \text{ g m}^2$	$\frac{0,025 \text{ g L}}{x} \times \frac{1\text{L}}{743,88 \text{ L}} \therefore x = 18,902 \text{ g m}^2$
4° passo = Transformar g m^2 em kg ha^{-1} (*Foi considerado 6000 m^2 da área total)	
$\frac{25,175 \text{ g}}{x} \times \frac{1\text{m}^2}{6000 \text{ m}^2} \therefore$	$\frac{18,902 \text{ g}}{x} \times \frac{1\text{m}^2}{6000 \text{ m}^2} \therefore$
$x = 151,05 \text{ kg ha}^{-1}$ de K	$x = 113,41 \text{ kg ha}^{-1}$ de K
5° passo = Transformar K em K_2O , Multiplica-se a quantidade de K pelo fator 1,205.	
$151,05 \text{ kg ha}^{-1}$ de K x 1,205	$113,41 \text{ kg ha}^{-1}$ de K x 1,205
= 182, 01kg ha^{-1} de K_2O	= 136, 65 kg ha^{-1} de K_2O

As adubações de cobertura foram realizadas semanalmente via fertirrigação de acordo com cada tratamento pré-estabelecido, iniciando aos 15 dias após a semeadura (DAS) e finalizado aos 90 DAS. Como fontes de N foram utilizadas: ureia, sulfato de amônio; para o potássio as fontes foram: cloreto de potássio, sulfato de potássio, nitrato de potássio. Para o magnésio foi utilizado como fonte o sulfato de magnésio, na dose de $7,40 \text{ kg ha}^{-1}$ de Mg e o boro teve como fonte o ácido bórico, na dose de $2,0 \text{ kg ha}^{-1}$. Como fonte de micronutrientes foi utilizado um produto comercial Rexolin® (11,6% de K_2O ; 1,28% de S; 0,86% de Mg^{2+} ; 2,1% de B; 0,36% de Cu; 2,66% de Fe; 2,48% de Mn; 0,036% de Mo e 3,38% de Zn), sendo feita três aplicações em 2018 e quatro aplicações em 2019 via fertirrigação. A dose utilizada foi

0,01kg ha⁻¹ por aplicação. As aplicações ocorreram aos 36; 43 e 50 DAS em 2018 e 40; 47; 54 e 60 DAS em 2019.

Durante a condução dos experimentos foram realizadas capinas manuais e controle fitossanitário de acordo com a necessidade da cultura. As colheitas dos experimentos foram realizadas aos 128 DAS em 2018, e aos 120 DAS em 2019, quando houve o amarelecimento e secamento das folhas mais velhas e o arqueamento das folhas mais novas. As variáveis avaliadas foram:

2.4 Variáveis Analisadas

-Altura da planta (cm): foi medida com auxílio de uma régua, medindo-se 10 plantas por parcela do nível do solo até a extremidade da folha mais alta. As medições foram realizadas quinzenalmente dos 45 aos 105 DAS.

-Matéria seca na planta (g planta⁻¹): por ocasião da colheita foram coletadas 10 plantas da área útil da parcela separadas em parte vegetativa e raiz, lavadas, acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura regulada à 65 °C, até atingir massa constante. Em seguida, o material foi pesado em balança analítica com precisão de 0,001 g. Estes dados foram utilizados para o cálculo da matéria seca de folha (MSF), matéria seca de raiz (MSR) e matéria seca total (MST) = (MSF + MSR), com dados expressos em g planta⁻¹.

-Teores de nitrogênio e potássio na folha diagnóstica (g kg⁻¹): foram coletadas aos 60 DAS, dez folhas jovens completamente expandidas juntamente com o pecíolo na área útil da parcela, seguindo a metodologia proposta por de Trani & Raij (1997). As amostras foram lavadas com água destilada e secas em estufas até atingir massa constante. Em seguida as amostras foram moídas e feita a digestão sulfúrica para a determinação dos teores de N e K, seguindo-se a metodologia Malavolta et al. (1997).

-Classificação das raízes (%): realizadas com base no comprimento e maior diâmetro das raízes em: longas (C4) comprimento de 17 a 25 cm e diâmetro menor que 5 cm; médias (C3) comprimento de 12 a 17 cm e diâmetro maior que 2,5 cm; curtas (C2) comprimento de 5 a 12 cm e diâmetro maior que 1cm e refugo (C1) raízes que não se enquadraram nas medidas anteriores, conforme Lana & Vieira (2000).

-Produtividade comercial (t ha⁻¹): foi obtida pelo somatório da produção de raízes longas, médias e curtas, livres de rachaduras, bifurcações, nematoides e danos mecânicos, da área útil da parcela.

-Produtividade não comercial ($t\ ha^{-1}$): foi obtida pelo somatório da produção de raízes refugo e/ou que apresentem rachaduras, bifurcações, nematoides e danos mecânicos da área útil da parcela.

-Produtividade total ($t\ ha^{-1}$): foi obtida pelo somatório da produtividade comercial e não comercial.

2.5 Análise estatística

As análises de variância das características analisadas foram realizadas isoladamente para cada experimento. Em seguida, procedeu-se a análise conjunta dos experimentos através do teste F utilizando o software SISVAR. Quando houve efeito das doses foram realizadas à análise de regressão (Ferreira, 2011).

2.6 Análise econômica de adubação

Para o cálculo de máxima eficiência econômica foi utilizado o modelo de regressão ajustado na produtividade comercial de raízes em função de doses de N e K_2O no experimento 2018 (Figura 6A) e experimento 2019 (Figura 6B), sendo utilizado a metodologia descrita por Paiva et al., (2012). Neste sentido, foram calculados a receita bruta, os gastos com fertilizantes e a receita líquida. Dessa maneira, a receita bruta foi calculada considerando a produção estimada pelo modelo de regressão ajustado e o preço da cenoura. No comércio de Mossoró-RN, 1 kg de cenoura comercializável foi cotado a R\$ 1,80 em outubro de 2018 e 2019.

Os gastos com fertilizantes foram calculados utilizando o custo dos fertilizantes empregados na adubação dos experimentos, tendo um saco de 25 kg de ureia o custo de R\$ 120,00, o saco de 25 kg de sulfato de amônio R\$ 90,00, o saco de 25 kg de cloreto de potássio R\$ 122,00 e o saco de 25 kg de sulfato de potássio custo de R\$ 245,00. Com isso, o custo de 1 kg de N usando as duas fontes é R\$ 14,00 reais, 1 kg de K_2O usando as duas fontes custa R\$ 15,42. Com base nessas informações e nos valores das doses de N e de K aplicadas, calculou-se o custo da adubação. Para cada dose de N os seguintes valores: Dose 0 $kg\ ha^{-1}$ de N = 0,00; Dose 40 $kg\ ha^{-1}$ de N= R\$ 560,00; Dose 80 $kg\ ha^{-1}$ de N= R\$ 1.120,00 e Dose 120 $kg\ ha^{-1}$ de N= R\$1.680,00. Para o potássio os valores foram: Dose 0 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O = R\$ 0,00; Dose 45 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O = R\$ 693,90; Dose 90 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O = R\$ 1.387,80 e Dose 135 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O = R\$ 2.081,70. A receita líquida foi calculada através da diferença entre a receita bruta e os gastos

com fertilizantes. Vale ressaltar que nos cálculos não foram considerados custos referentes a outros insumos e mão de obra.

Diante disso, para calcular o custo da adubação nitrogenada considerou-se que 50 % da dose de N aplicada via ureia e 50 % sulfato de amônio e para a adubação potássica considerou-se 40% via cloreto de potássio e 60% sulfato de potássio. Assim, com base nessas informações, no custo dos adubos nitrogenados e potássicos e nos valores das doses de N e de K aplicadas, calculou-se os gastos com fertilizantes (Tabela 8). A receita bruta foi calculada considerando a produtividade comercial (PDC) máxima estimada pelo modelo de regressão ajustado (Figura 6) e o preço da cenoura (preço/kg) no comércio de Mossoró – RN. A receita líquida foi calculada pela diferença entre a receita bruta e os custos dos fertilizantes (Tabela 8). Os custos com outros insumos e de mão de obra não foram incluídos nesses cálculos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Crescimento e teor de N e K na folha diagnose

Para a variável teor de K na folha diagnóstica (KFD) houve efeito significativo da interação dos fatores doses de N, K e experimentos. O teor de N na folha diagnóstica (NFD), a matéria seca de folha (MSF), raiz (MSR) e total (MST) foram significativas as interações de doses de N e o experimento. Na altura de planta foi observado efeito significativo da interação doses de N e K (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para altura de planta (AL), massa seca de folha (MSF), raiz (MSR) e total (MST), teor de N folha diagnostica (NFD), teor de K folha diagnostica (KDF).

FV	GL	Quadrado médio					
		AL	MSF	MSR	MST	NFD	KFD
Bloco (Experimento)	6	21,345 ^{ns}	10,898 ^{ns}	30,531*	72,772*	6,683 ^{ns}	7,582 ^{ns}
Doses N (N)	3	388,654**	103,607**	60,960*	303,851**	26,662**	75,980**
Doses de K (K)	3	17,514 ^{ns}	8,813 ^{ns}	8,146 ^{ns}	7,024 ^{ns}	8,471 ^{ns}	44,484**
Experimento (E)	1	2216,448**	142,636**	345,384**	931,986**	134,808**	5334,670**
N x K	9	24,203*	3,864 ^{ns}	9,391 ^{ns}	16,681 ^{ns}	1,692 ^{ns}	11,390**
N x E	3	130,530**	41,930**	78,654**	231,421**	12,624*	11,186 ^{ns}
K x E	3	12,068 ^{ns}	11,756 ^{ns}	17,590 ^{ns}	57,907 ^{ns}	1,702 ^{ns}	17,098*
N x K x E	9	7,464 ^{ns}	3,933 ^{ns}	9,592 ^{ns}	18,918 ^{ns}	8,327 ^{ns}	14,947*
Erro	90	12,063	5,827	12,633	26,887	4,411	4,493
CV (%)		8,07	25,16	22,03	20,16	8,40	7,85

^{ns}: não significativo pelo Teste F; *, **: Significativo a $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$ pelo teste F, respectivamente.

As maiores alturas de planta em função das doses de nitrogênio dentro de cada dose de potássio foram atingidas na ausência da aplicação de potássio e na dose de 90 kg ha⁻¹ de K₂O, associadas a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N sendo, respectivamente, de 47,11 e 49,13 cm (Figura 1).

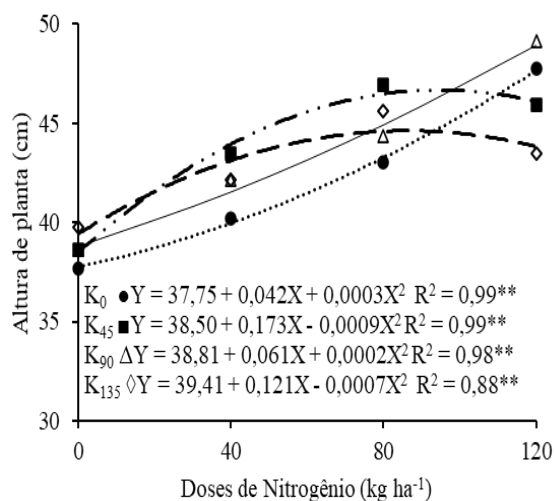


Figura 1. Altura de planta de cenoura, em função de doses de potássio e nitrogênio.

Nota-se um aumento nas alturas das plantas de 2,76; 6,16 e 10,20 cm (Figura 1), quando combinou a dose de 90 kg ha⁻¹ de K₂O, com as respectivas doses de 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ N em relação a testemunha sem N e K. Podendo assim, atribuir esse maior crescimento a maior disponibilidade do nitrogênio. Comportamento semelhante foi observado por Moniruzzaman et al. (2013) avaliando o efeito do nitrogênio no crescimento e no rendimento de cenoura que encontraram na variedade New Kuroda, as maiores alturas de plantas na dose 130 kg ha⁻¹ de N, com 47,36 cm.

As doses crescentes de N ocasionaram maiores alturas de plantas resultando em aumento da parte aérea, pois o nitrogênio é fundamental no desenvolvimento vegetativo, atua diretamente na multiplicação, diferenciação celular e na fotossíntese (MALAVOLTA, 2006).

Segundo Oliveira (2015) esse maior desenvolvimento da parte aérea é interessante até certo ponto, uma vez que observamos que plantas de cenoura mais altas, exuberantes e com maior área foliar tiveram maior quantidade de raízes comerciais. No entanto, o excesso de aplicação de fertilizantes químicos nitrogenados pode gerar o crescimento exagerado da parte aérea da planta em detrimento da alocação e translocação dos assimilados para as raízes, ocasionando uma diminuição tanto na produtividade quanto na qualidade da raiz (AQUINO et al., 2006).

Entretanto, o potássio apresentou pouco efeito nas alturas de plantas, visto que nas doses de 45 e 135 kg ha⁻¹ de K₂O as alturas máximas foram 46,81 e 44,64 cm, respectivamente, obtidas nas doses de 96,11 e 86,43 kg ha⁻¹ de N (Figura 1). Sendo que na ausência da aplicação de potássio combinada com a dose de 120 kg ha⁻¹ de N as plantas atingiriam uma altura máxima de 47,11 cm. A falta de resposta a adubação potássica pode ser atribuída a contribuição do K no solo e na água de irrigação, pois nos experimentos de 2018 e 2019 foram adicionados ao solo via água de irrigação 151,05; 113,41 kg ha⁻¹ de K, respectivamente. Hochmuth et al. (2006) verificaram pouco efeito do potássio no crescimento e rendimento na cenoura. Porém, os autores não levaram em consideração o teor de K na água de irrigação. A falta de resposta à aplicação de doses de K foi constatada no trabalho de Cecílio Filho et al., 2017 em rabanete para solos com altos teores de K.

A matéria seca de folha (MSF) aumentou com o incremento das doses de nitrogênio, em ambos os experimentos. As produções máximas estimadas foram de 9,25 e 14,0 g planta⁻¹ respectivamente, para os experimentos de 2018 e 2019, obtidos com a dose máxima de N. Os incrementos em relação ao tratamento sem aplicação de N foram respectivamente de 1,44 e 6,64 g planta⁻¹ (Figura 2A). Os valores de MSF no presente trabalho foram superiores aos encontrados por Oliveira (2015), o qual a MSF variou com as doses de N e as épocas, sendo observado o valor máximo de MSF de 2,08 g com as doses de 112 e 120 kg ha⁻¹ de N, respectivamente na época 1 (2013). Na época 2 (2014) a MSF foi de 5,17 g com a dose de 120 kg ha⁻¹ de N. Segundo Cecílio Filho & Peixoto (2013) a diferença nas quantidades acumuladas de matéria seca na parte aérea pode ser devido, primeiramente, a cultivar, mas também ao ambiente de cultivo, do qual destacam-se umidade e fertilidade do solo e a fertilização das plantas.

A MSF nos experimentos de 2018 e 2019 (Tabela 5) mostram que as doses 0 e 40 kg ha⁻¹ de N não houve diferença significativas entre si. Já as doses de 80 e 120 kg ha⁻¹ de N apresentaram diferença significativas entre os experimentos na mesma dose aplicada (Tabela 5). Nota-se que no experimento de 2019 a MSF foi superior ao experimento de 2018. Observa-se também que o maior acúmulo de MSF em ambos os experimentos foram obtidos na dose de 120 kg ha⁻¹ de N.

Esses incrementos de MSF ocorrem devido a maior disponibilidade de nitrogênio, de acordo com o estudo de Bernardes et al. (2014) o acréscimo na dose de N aplicado aumenta sua disponibilidade no solo e, conseqüentemente, incrementa a absorção deste nutriente pelas plantas elevando a produção de matéria seca, uma vez que o N tem influência direta na fotossíntese e crescimento da planta, sendo parte integrante da molécula de clorofila.

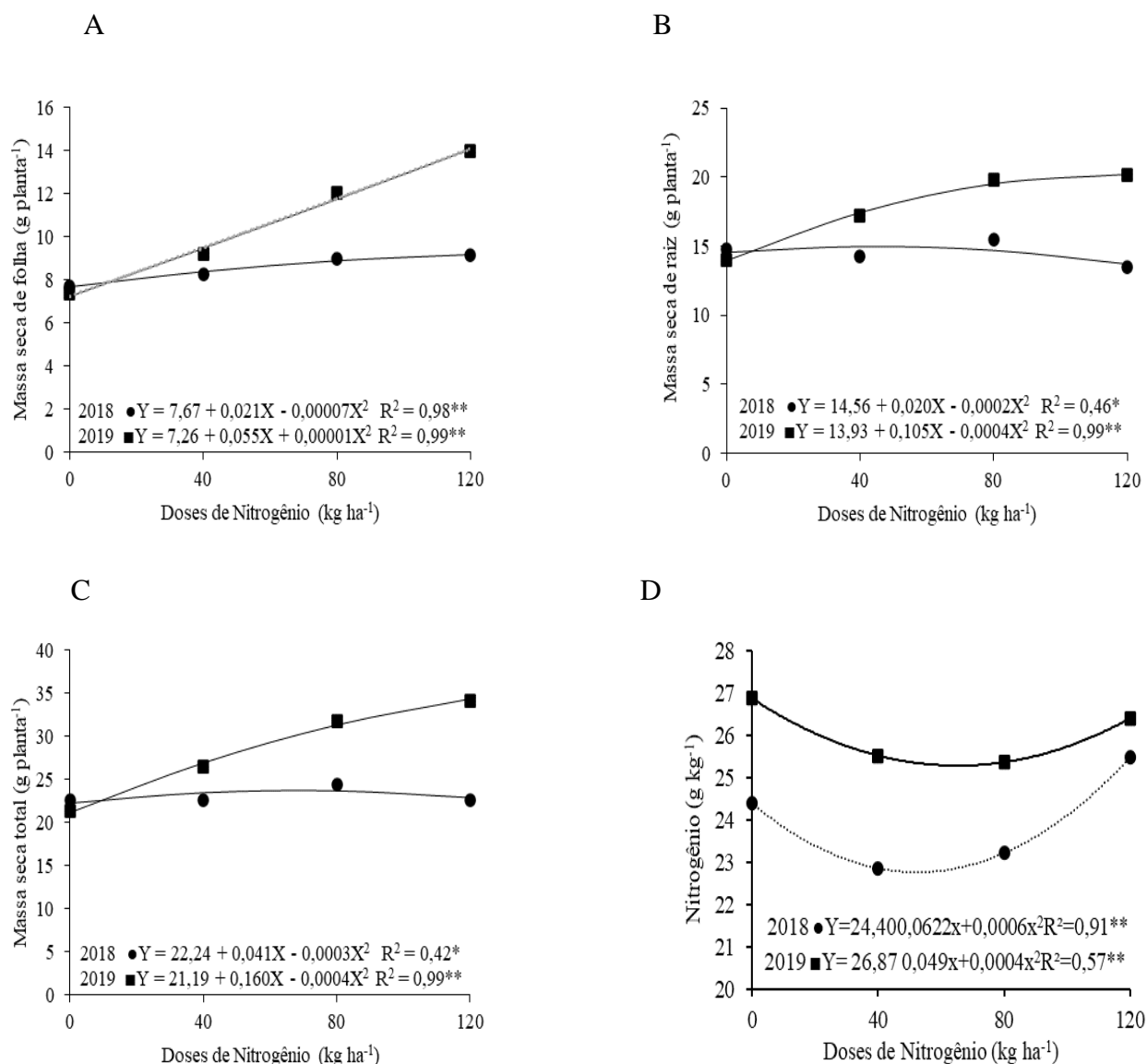


Figura 2. Matéria seca de folha (A), raiz (B), total (C) e teor de N na folha diagnóstica (D) de cenoura, em função de doses de nitrogênio, e experimentos (2018●) e (2019■).

Tabela 5. Matéria seca de folha (MSF), raiz (MSR) e total (MST), teor de N na folha diagnóstica (NFD) em função doses de nitrogênio e épocas de cultivo.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	MSF (g planta ⁻¹)		MSR (g planta ⁻¹)		MST (g planta ⁻¹)		NFD (g kg ⁻¹)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
0	7,71 b	7,35 b	14,81 b	14,01 b	22,52 b	21,36 b	24,26 b	27,12 a
40	8,28 b	9,24 b	14,28 b	17,18 a	22,56 b	26,42 a	23,28 b	24,79 a
80	9,02 b	12,02 a	15,43 b	19,77 a	24,45 b	31,79 a	22,79 b	26,09 a
120	9,15 b	13,99 a	13,44 b	20,13 a	22,58 b	34,12 a	25,62 b	26,16 b

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

As máximas matéria seca de raízes (MSR) estimadas foram de 15,06 e 20,77 g planta⁻¹, obtidos com as doses de 50,00 e 120 kg ha⁻¹ de N (Figura 2B), respectivamente, no experimento de 2018 e 2019. Os incrementos foram de 0,48 e 6,84 g planta⁻¹ em relação a testemunha. Esses valores foram maiores que os obtidos por Colombari et al. (2018) que encontraram MSR de 14,55 e 17,03 g planta⁻¹ nas doses estimadas em 125 e 140 kg ha⁻¹ de N. Os autores ressaltam que doses elevadas de N, podem prejudicar a produção de biomassa da raiz, favorecendo mais a formação da parte aérea. A planta inicialmente destina os fotoassimilados produzidos à formação de estruturas da parte aérea visando aumentar a área foliar. No entanto, a partir de determinado momento, a tendência é que maior parte dos fotoassimilados produzidos sejam destinados às estruturas de reservas (drenos), que no caso da cenoura é a raiz tuberosa (Teófilo et al., 2009).

A MSR apresentada na (Tabela 5) demonstra que apenas a dose 0 kg ha⁻¹ de N não houve efeito significativo entre os experimentos. Para as demais doses entre 2018 e 2019 apresentaram efeito significativos dentro da mesma dose aplicada. Nota-se que em 2019 a MSR foi superior ao de 2018. No experimento de 2019 a dose 120 kg ha⁻¹ de N, obteve maior MSR com 20,13 g planta⁻¹ para a mesma dose, contudo, houve redução de MSR no experimento 2018 com 13,44 g planta⁻¹. Demonstrando assim, que a matéria seca de folha, aumentou até a dose máxima de N aplicada, podendo assim atribuir o aumento da parte aérea, as altas doses de nitrogênio ou excesso onde a planta investiu mais na parte aérea do que na raiz, ocasionando um aumento do crescimento vegetativo e uma possível redução na matéria seca de raiz, além de retardar a maturação fisiológica da cenoura, prolongando o ciclo.

Na dose máxima de N (120 kg ha⁻¹) ocorreu um maior investimento do nitrogênio na parte aérea indicando um possível excesso de nitrogênio e redução da MSR. Trabalho realizado por Hochmuth et al. (1999) em cenoura mostrou redução de matéria seca de raiz a partir da dose 150 kg ha⁻¹ de N. Verifica-se que comportamento semelhante foi observado por Moniruzzaman et al. (2013) em cenoura, o qual encontraram redução da matéria seca de raiz a partir da dose 100 kg ha⁻¹ de N.

A matéria seca total (MST) em ambos os experimentos apresentou comportamento quadrático em função das doses de N (Figura 2C). As médias máximas estimadas foram de 23,64 e 34,00 g planta⁻¹ nas doses estimadas de 80 e 120 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, no experimento de 2018 e 2019.

Os valores de MST obtidos pelo teste de média (Tabela 5) demonstram que apenas a dose 0 kg ha⁻¹ de N não houve diferença significativa entre os experimentos. Para as doses 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de N tiveram efeito significativos dentro da mesma dose aplicada entre 2018 e

2019. Nota-se que em 2019 a MST obtidas nas doses 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de N foram superiores às de 2018, exceto na dose 0 kg ha⁻¹ de N. No experimento de 2019 a dose 120 kg ha⁻¹ de N, obteve maior MST com 34,12 g planta⁻¹, para a mesma dose houve redução de MST no experimento 2018 com 22,58 g planta⁻¹.

Neste sentido, provavelmente, o acúmulo de MST teve influência do pH do solo, visto que o pH inicial dos experimentos foram diferentes, assim espera ter influenciado a absorção do nitrogênio, pois de maneira geral, o nitrogênio (N) é mais facilmente absorvido pela planta em solo com pH acima de 5,5 sendo que a disponibilidade máxima desse nutriente no solo verifica-se na faixa de pH entre 6 e 6,5 (Alencar & Azevedo, 2018).

Em ambos os experimentos (Tabela 5), as doses de nitrogênio proporcionaram maior participação da MSR em relação a MSF. As participações da folha e raiz no experimento de 2018 foram: 34,24; 36,70; 36,89 e 40,50 % na folha e 65,76; 63,30; 63,11 e 59,50% na raiz. No experimento de 2019 as participações foram 34,41; 34,97; 33,64 e 41,00% na folha e 65,59; 65,03; 66,36 e 59,00% raiz, respectivamente para as doses 0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de N.

Na aplicação da dose máxima de N (120 de kg ha⁻¹) em ambos os experimentos houve uma maior produção de MS na parte aérea, interferindo no crescimento da raiz e conseqüentemente na classificação e no rendimento. Segundo Boskovic- Rakocevic & Pavlovic (2012) o rendimento médio da cenoura depende diretamente do peso da raiz individual e determinados por diversos fatores como cultivar utilizada, condições agroambientais, taxas de fertilização, principalmente nitrogênio.

Os teores de nitrogênio na folha diagnóstica (NFD) em função das doses de nitrogênio tiveram pequena variação nos dois experimentos. O máximo teor estimado no experimento de 2018 foi de 25,48 g kg⁻¹, alcançado na dose de 120 kg ha⁻¹. No entanto, no experimento de 2019 houve uma redução do teor de NFD à medida que aumentou a dose de N, com máximo teor estimado de 26,87 g kg⁻¹, no tratamento sem aplicação de nitrogênio (Figura 2D). Os teores de NFD estão dentro da faixa adequadas propostos por Malavolta et al. (1997) que são de 20 a 30 g kg⁻¹.

Para os teores de NFD houve diferenças de significativas entre os experimentos de 2018 e 2019 para todas as doses de N, exceto na dose 120 kg ha⁻¹ de N (Tabela 5), com maiores valores no experimento de 2019. Os menores teores de NFD encontrados nas doses 40 e 80 kg ha⁻¹ de N, em relação a testemunha para ambos os experimentos é devido ao efeito de diluição na planta ocasionado pelo crescimento. Em relação aos teores de NFD nas testemunhas (dose 0 de N) ser mais elevados em relação as doses crescentes N, em ambos os experimentos, estão relacionados ao ‘efeito de concentração’, sendo evidenciado pela menor produção de MSF

em ambos os experimentos. Nota-se que na dose 120 kg ha⁻¹ de N, em ambos os experimentos apresentam teores de NFD elevado e maior crescimento vegetativo de MSF (Tabela 5). Os teores de potássio na folha diagnóstica (KFD) em função das doses de nitrogênio, dentro de cada dose de potássio no experimento de 2018 (Figura 3A), diminuíram com o aumento das doses de N, exceto na dose de 45 kg ha⁻¹ de K₂O que não se ajustou a nenhum modelo de regressão. O maior teor de KFD (23,49 g kg⁻¹) foi obtido com a combinação de 135 kg ha⁻¹ de K₂O sem aplicação de N.

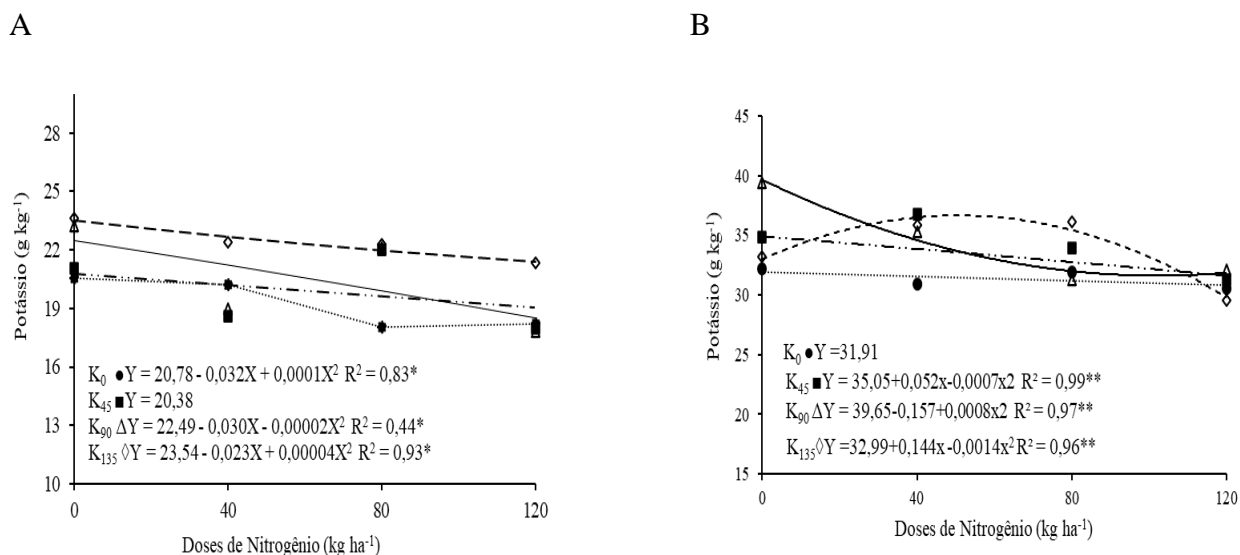


Figura 3. Teor de K na folha diagnóstica de cenoura, em função de doses de nitrogênio e potássio, no experimento 2018(A) e experimento 2019 (B).

Os teores de KFD em função das doses de nitrogênio, dentro de cada dose de potássio, no experimento de 2019 (Figura 3B) variaram com as combinações das doses crescente de N, exceto na dose de 0 kg ha⁻¹ de K₂O, pois não se ajustou a nenhum modelo de regressão. O maior teor de KFD (39,65 g kg⁻¹) foi obtido com a combinação de 90 kg ha⁻¹ de K₂O sem aplicação de N.

No experimento de 2018 as combinações da dose 0 kg ha⁻¹ de K₂O com as doses de 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de N, os teores de K ficaram abaixo da faixa adequada segundo Prezotti & Guarçoni (2013) que é de 40 a 60 g kg⁻¹. O mesmo comportamento também se verificou na combinação da dose 90 kg ha⁻¹ de K₂O com as doses de 80 e 120 kg ha⁻¹ de N. Entretanto, não foram observados sintomas de deficiência de K em nenhum tratamento. No experimento de 2019 os teores de KFD foram maiores em relação aos de 2018 e ficaram abaixo da faixa adequada segundo Prezotti & Guarçoni (2013).

Esses maiores teores de KFD no experimento de 2019 se deve ao pH do solo, que aumentou a disponibilidade do K favorecendo absorção para as plantas, visto que a quantidade de potássio no solo e na água de irrigação em virtude de maior lâmina de irrigação aplicada foram maiores no experimento 2018. O pH na faixa de 5,5 a 6,5 é mais favorável a absorção de nutrientes. Em relação a redução dos teores de potássio com o aumento das doses de nitrogênio, pode ter ocorrido o “efeito de diluição”, já que houve aumento da matéria seca de folhas nas maiores doses de N.

De acordo com Ramos et al. (2011) a quantidade total de nutrientes na planta aumenta com a idade, mas a concentração em um dado tecido pode aumentar, diminuir ou permanecer inalterada, dependendo do nutriente e do tecido. Segundo os mesmos autores em relação ao teor de K aumentar nas plantas submetidas à deficiência de N, e esses aumentos podem ser atribuídos à restrição de crescimento provocada pela deficiência, causando acumulação na planta e, conseqüentemente, aumento do teor do nutriente. No entanto, a diminuição da concentração de K coincide com o aumento do teor de N, pois o crescimento promovido por tal aplicação causou a diluição do K na planta.

3.2 Classificação e produtividades de raízes

Para as produtividades total (PDT) e comercial (PDC) houve efeitos significativos da interação dos fatores doses de N, K e experimentos. As cenouras Classe 3 (C3-cenouras médias), Classe 4 (C4-cenouras longas) foram significativas a interação doses de N e experimento. Dessa maneira, houve efeito isolado das doses de N para as cenouras Classe 1 (C1-refugo) e produtividade não comercial (PDNC) e de experimentos para Classe 2 (C2-Cenouras curta) (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo da análise de variância para classificação de cenoura (C1, C2, C3, C4%), produtividade total (PDT), produtividade comercial (PDC) e produtividade não comercial (PDNC) de cenoura em função de doses de N e K.

FV	GL	Quadrado médio						
		Classe1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	PDT	PDC	PDNC
BLOCO (Exp.)	6	116,58 ^{ns}	42,723 ^{ns}	226,404 ^{ns}	559,812 ^{**}	39,457 ^{ns}	46,409 ^{ns}	24,778 ^{ns}
Doses N (N)	3	571,959 ^{**}	16,536 ^{ns}	608,492 ^{**}	143,142 ^{ns}	343,596 ^{**}	93,312 [*]	179,915 ^{**}
Doses de K (K)	3	174,384 ^{ns}	26,499 ^{ns}	75,103 ^{ns}	175,763 ^{ns}	7,171 ^{ns}	26,491 ^{ns}	34,137 ^{ns}
Experimento (E)	1	131,118 ^{ns}	190,295 [*]	11171,574 ^{**}	11673,347 ^{**}	398,325 ^{**}	398,325 ^{**}	0,000 ^{ns}
N x K	9	67,490 ^{ns}	51,677 ^{ns}	191,203 ^{ns}	81,003 ^{ns}	29,611 ^{ns}	38,906 ^{ns}	10,289 ^{ns}
N x E	3	3,878 ^{ns}	10,390 ^{ns}	430,154 ^{**}	541,399 [*]	376,970 ^{**}	200,865 ^{**}	27,503 ^{ns}

Continua...

K x E	3	36,056 ^{ns}	33,391 ^{ns}	86,651 ^{ns}	64,959 ^{ns}	49,427 ^{ns}	49,990 ^{ns}	6,271 ^{ns}
N x K x E	9	65,173 ^{ns}	19,169 ^{ns}	48,349 ^{ns}	165,166 ^{ns}	102,840 ^{**}	57,139 [*]	19,487 ^{ns}
Erro	90	92,695	33,876	103,488	135,602	25,297	24,776	19,61
CV (%)		44,19	89,50	22,93	42,58	12,38	15,72	49,30

^{ns}: não significativo pelo Teste F; *, **: Significativo a $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$ pelo teste F, respectivamente.

A porcentagem de cenoura classificada como classe 1 (C1) aumentou com as doses de N, com máximo estimado de 26,71% na dose de 120 kg ha⁻¹ de N (Figura 4A). Esse valor corresponde a um incremento de 38,67%, em relação a ausência da aplicação de N. As doses de N mais elevadas favoreceram maior crescimento da parte vegetativa e aumentou a porcentagens de raízes de cenoura de menor tamanho. Ávila et al. (2016) verificaram que a aplicação de 200 kg ha⁻¹ de N resultou em um aumento de 59% de cenouras refugo em relação a testemunha.

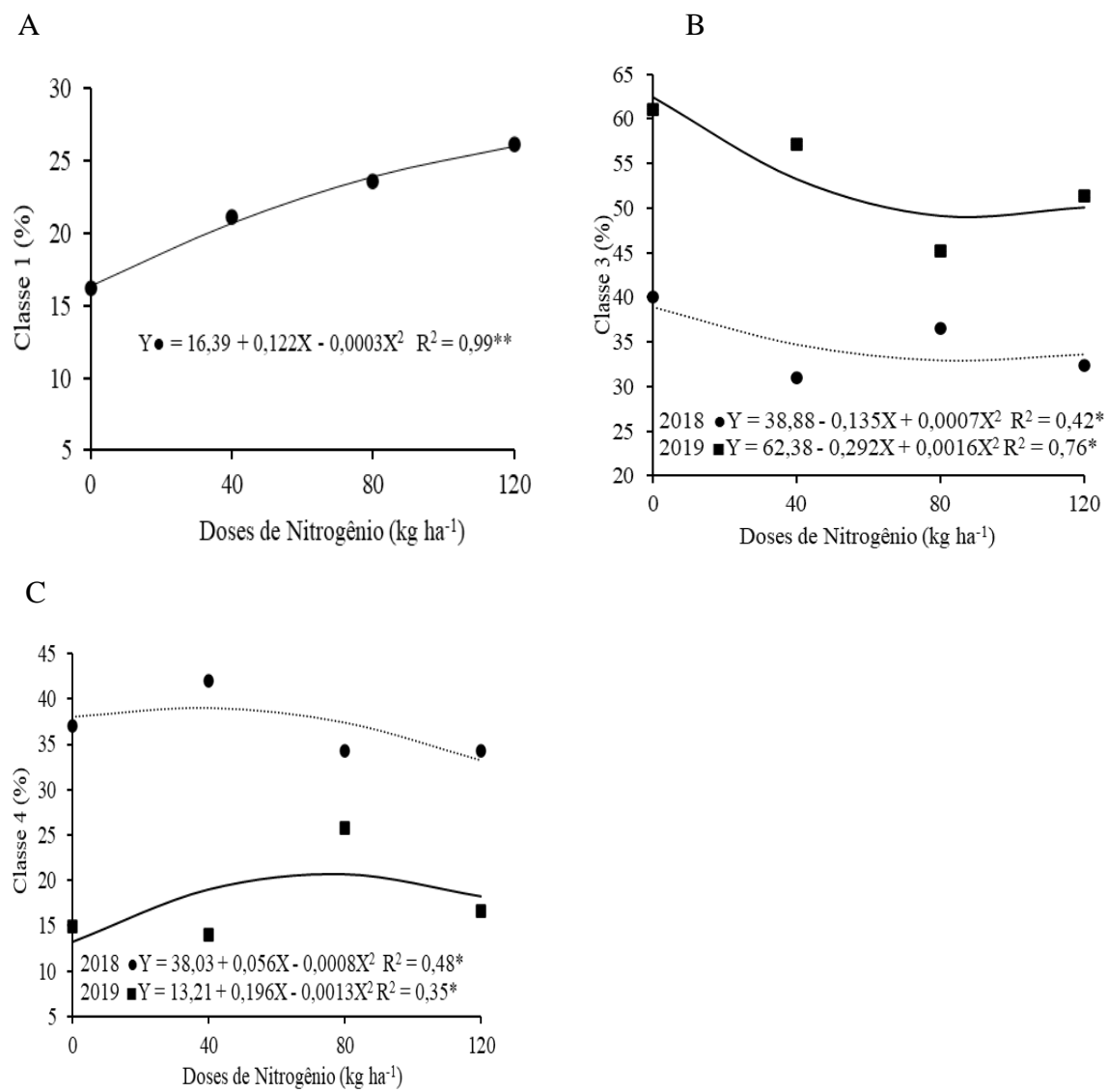


Figura 4. Classificação de raiz de cenoura, C1 (A), C3 (B) e C4 (C) em função de doses de nitrogênio e época de cultivo.

Tabela 7. Porcentagem de raízes classe 3 (C3-médias) e classe 4 (C4-longas) em função de doses de nitrogênio e épocas de cultivo.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	C3 (%)		C4 (%)	
	2018	2019	2018	2019
0	40,093 a	61,082 a	37,008 a	14,901 b
40	31,036 b	57,082 a	42,053 a	13,965 b
80	36,575 b	45,215 a	34,316 a	25,756 b
120	32,370 b	51,378 a	34,216 a	16,573 b

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

Os maiores percentuais de raízes classificadas como C3 (médias) foram obtidas no tratamento sem aplicação de N, com valores estimados de 38,88 e 62,38%, respectivamente, nos experimentos de 2018 e 2019 (Figura 4B). A redução da produção de raízes C3 (médias), com o aumento das doses de N, provavelmente está relacionado ao incremento do nitrogênio que proporcionou um aumento na parte vegetativa prejudicando o desenvolvimento da raiz. O percentual de raízes C3 em todas as doses de N foram maiores no experimento de 2019 (Tabela 7). Esses valores foram superiores aos obtidos por Oliveira, (2015) que encontraram valores máximos de 54,45 e 28,91%, utilizando 89,61 e 120 kg ha⁻¹ de N, respectivamente.

Os percentuais de raízes C3 (médias) nos experimentos 2018 e 2019 (Tabela 7) mostram que houve diferença significativas dentro da mesma dose, exceto na dose 0 kg ha⁻¹ de N, onde não diferiu estaticamente entre si. Nota-se que os tratamentos com a dose 0 kg ha⁻¹ de N em ambos os experimentos teve maior percentual de C3 em relação aos demais tratamentos, mostrando que mesmo em baixa disponibilidade de nitrogênio resultou em maior percentual de raiz classe 3. Isso pode estar relacionado ao fator genético da cultivar, pois apresenta tendência de produzir cenoura tipo classe 3. Verifica-se comportamento parecido observado por Luz et al. (2009) os quais observaram alteração significativa da C-14 em função das doses crescente do formulado (20-0-20). Lembrando que a C-14 corresponde a C-3 do presente trabalho.

A porcentagem de raízes longas (C4) aumentou com a aplicação de N atingindo máximos estimados com as doses de 35 (39,01%) e 76 kg ha⁻¹ de N (20,68%), respectivamente, nos experimentos 2018 e 2019 (Figura 4C). Os percentuais de raízes longas (C4) na (Tabela 7) mostram que houve diferença significativas dentro da mesma dose aplicada entre os experimentos 2018 e 2019. No experimento de 2018 todas as doses apresentaram maior percentual de cenouras longas (C4) quando comparado ao experimento 2019 (Tabela 7). Esses valores foram superiores aos obsevados por Oliveira, (2015) que obtiveram maior porcentagem de raízes longas (17,19%), com a aplicação de 77 kg ha⁻¹ de N.

No experimento 2018 o maior percentual de cenouras longas (C4) ocorreu com aplicação da dose 40 kg ha⁻¹ de N, obtendo 42,05%, (Tabela 7). No experimento de 2019 o maior percentual de cenoura longas (C4) foi obtido na aplicação da dose de 80 kg ha⁻¹ de N, com 25,75%. Nota-se que entre os experimentos apresentaram diferença dentro da mesma dose aplicada. Isso se explica devido a dinâmica do nitrogênio no ambiente, onde diversos fatores podem interferir na disponibilidade e na absorção do nutriente.

A produtividade total de raízes (PDT) máxima no experimento de 2018 foi de 49,98 t ha⁻¹ obtida com a combinação de 120 kg ha⁻¹ de N e 135 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 5A). Em relação a testemunha (sem aplicação de N e K) houve um incremento de 18,0 t ha⁻¹. Na dose de 80 kg ha⁻¹ de N combinadas com a dose de 135 kg ha⁻¹ de K₂O apresentaram uma produtividade total estimada de 41,06 t ha⁻¹. Esse valor representa um incremento de 9,1 t ha⁻¹ em relação a testemunha. Nas demais doses de K apresentaram máximas produtividades estimadas quando combinadas com a dose de 120 kg ha⁻¹ de N. Exceto na dose 0 kg ha⁻¹ de K₂O combinada com a dose de 116,25 kg ha⁻¹ de N apresentou uma produtividade máxima estimada de 40,03 t ha⁻¹. A dose de 45 kg ha⁻¹ de K₂O combinada com a dose estimada de 52,78 kg ha⁻¹ de N apresentou o menor valor estimado de 38,05 t ha⁻¹. A dose de 45 kg ha⁻¹ de K₂O combinada com as doses 40 e 80 kg ha⁻¹ de N não apresentaram diferença na PDT obtendo 38,57 t ha⁻¹. A dose de 90 kg ha⁻¹ de K₂O não se ajustou nenhum modelo de regressão, com PDT média de 38,3 t ha⁻¹.

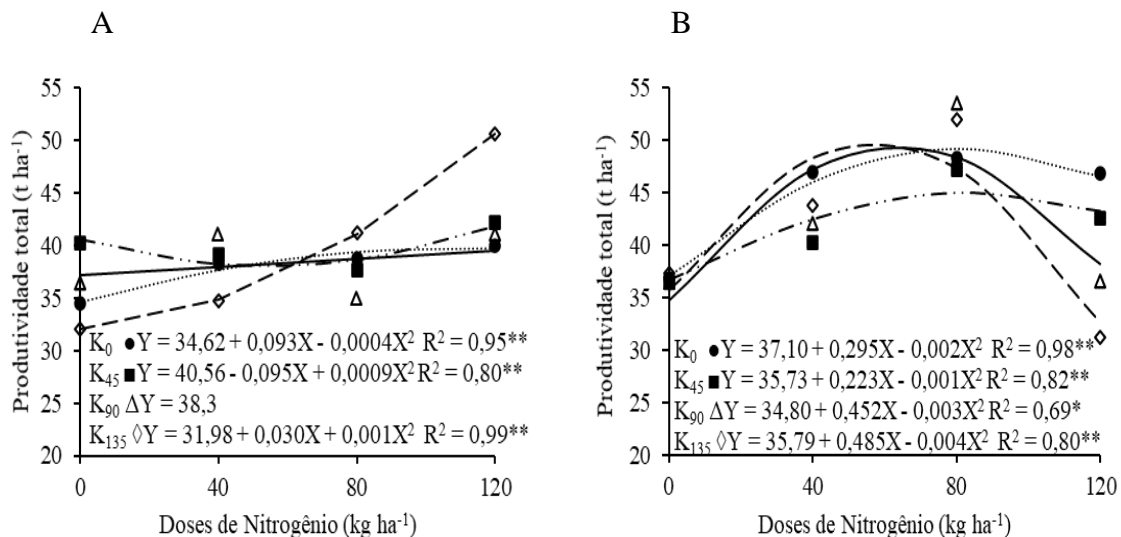


Figura 5. Produtividade total de cenoura, em função de doses de nitrogênio e potássio no experimento 2018 (A) e experimento 2019 (B).

No experimento de 2019, a máxima PDT (51,83 t ha⁻¹) foi obtida com a combinação das doses de 75,30 kg ha⁻¹ de N e 90 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 5B). A adubação com potássio apresentou pouco incremento na produtividade total de raízes, os maiores ganhos de

produtividade foram observados nas combinações das doses 90 e 135 kg ha⁻¹ de K₂O, com as doses de 75,33 e 60,63 kg ha⁻¹ de N obtendo as produtividades totais de 51,83 e 50,49 t ha⁻¹ respectivamente. As doses 0 e 45 kg ha⁻¹ de K₂O combinadas com a dose de 80 kg ha⁻¹ de N, apresentaram as máximas produtividades estimadas com 47,90; 47,17t ha⁻¹ respectivamente.

Diversos trabalhos têm observado um aumento da produtividade total em função da adubação nitrogenada e potássica no cultivo de cenoura (HOCHMUTH et al., 1999; ALI et al., 2003; HAQUE et al., 2014) e em outras culturas como batata doce (CARDOSO et al., 2016); rabanete (CASTRO et al., 2016) e mandioquinha-salsa (NUNES et al., 2016).

No experimento 2018, como vemos na figura 5A, nota-se pouco efeito do K no ganho de PDT, exceto na dose de 135 kg ha⁻¹ de K₂O. Esse baixo efeito no ganho de PDT em função das doses de K₂O podendo estar relacionado aos teores de K no solo e na água de irrigação, que possivelmente mascarou os efeitos das doses de K₂O. Em relação a combinação da dose de 45 kg ha⁻¹ de K₂O, com as doses 40 e 80 kg ha⁻¹ de N ter apresentado ganho próximo de PDT, isso pode estar relacionado ao pH do solo do experimento 2018, que possivelmente influenciou na fase inicial da cultura dificultando a absorção dos nutrientes. Consequentemente, reduzir os teores de K na planta afetando a captação do nitrogênio, a fotossíntese e a translocação de carboidratos da fonte (folhas) para os drenos.

No experimento 2019, conforme vemos na figura 5B, nota-se que a partir da dose 75,30 kg ha⁻¹ de N, até a dose máxima aplicada de 120 kg ha⁻¹ de N, apresentou uma redução da PDT, independente das doses de K, sendo observada uma redução mais acentuada quando combinadas as doses máximas de N com as doses máximas de K₂O, cuja média ficou próxima a da testemunha. Comportamento semelhante foi encontrado por Haque et al. (2014) analisando o efeito do nitrogênio em cenoura dos quais observaram um aumento até a dose 150 kg ha⁻¹ com produtividade 53,37 t ha⁻¹ e quando a dose foi aumentada para até 200 kg ha⁻¹ a produtividade diminuiu para 50,17 t ha⁻¹. Segundo os mesmos autores, doses maiores podem terem estimulado o crescimento vegetativo, ocasionando assim a redução da produtividade total. Negrea et al. (2012) comentam que o alto teor de nitrogênio estimula o crescimento das folhas às custas do desenvolvimento e da produção das raízes, além de atrasar a colheita.

A baixa resposta das doses de K no experimento 2018 ocorreu devido ao alto teor de K⁺ encontrado no solo (29,64 mg dm⁻³) e na água de irrigação (182,01 kg ha⁻¹ de K₂O), aliado ao pH baixo do solo (4,8), que torna pouco disponível o K aplicado. Além da presença de outros cátions, como Ca²⁺ e Mg²⁺ que causam inibição competitiva no processo de absorção do K⁺. No experimento 2019, o teor de K⁺ encontrado no solo (51 mg dm⁻³), associado com a quantidade deste nutriente adicionada a água de irrigação (136,65 kg ha⁻¹ de K₂O), junto com

as doses elevadas de K aplicadas e o pH do solo (6,3) tornou o K mais disponível. Nesse caso, apresentando um possível excesso de K, causando assim, a redução mais acentuada na produtividade total, principalmente, quando combinadas com a dose máxima de N aplicada. Estudo recente realizado por Zanfirov et al. (2012) mostrou que na dose máxima 90 kg ha⁻¹ de K₂O houve redução de produtividade (86,1 t ha⁻¹) configurando-se menor que a testemunha sem aplicação de potássio em cobertura (90,7 t ha⁻¹).

Ademais, a produtividade comercial (PDC) máxima estimada em 2018 foi de 36,56 t ha⁻¹ obtida com a aplicação das doses máximas de N (120 kg ha⁻¹) e K (135 kg ha⁻¹). Essa média representa um incremento de 9,6 t ha⁻¹ em relação a testemunha 26,96 t ha⁻¹, conforme figura 6A. Para as doses de 40 e 80 kg ha⁻¹ de N, as maiores PDC foram obtidas na aplicação das doses 45 e 135 kg ha⁻¹ de K₂O, com 29,81 e 32,08 t ha⁻¹, respectivamente.

No experimento 2019, conforme figura 6B, a PDC máxima estimada foi 42,01 t ha⁻¹ obtida na dose 63,33 kg ha⁻¹ de N combinada com 90 kg ha⁻¹ de K₂O. Essa média representa um incremento de 12,03 t ha⁻¹ em relação a testemunha 29,98 t ha⁻¹. As doses de 40 e 80 kg ha⁻¹ de N, conforme vemos na figura 6B, atingiram maiores PDC com aplicação da dose de 135 kg ha⁻¹ de K₂O, das quais a PDC máximas estimadas foram 40,38 e 41,18 t ha⁻¹, respectivamente, correspondendo a incrementos de 10,4 e 11,2 t ha⁻¹ em comparação a testemunha. Segundo Stefanson et al. (2019) a alta aplicação de N nas doses 120-180 kg ha⁻¹ resultaram em maior rendimento total de cenoura, mas na dose 60 kg ha⁻¹ de N obtiveram o maior rendimento comercial de raízes.

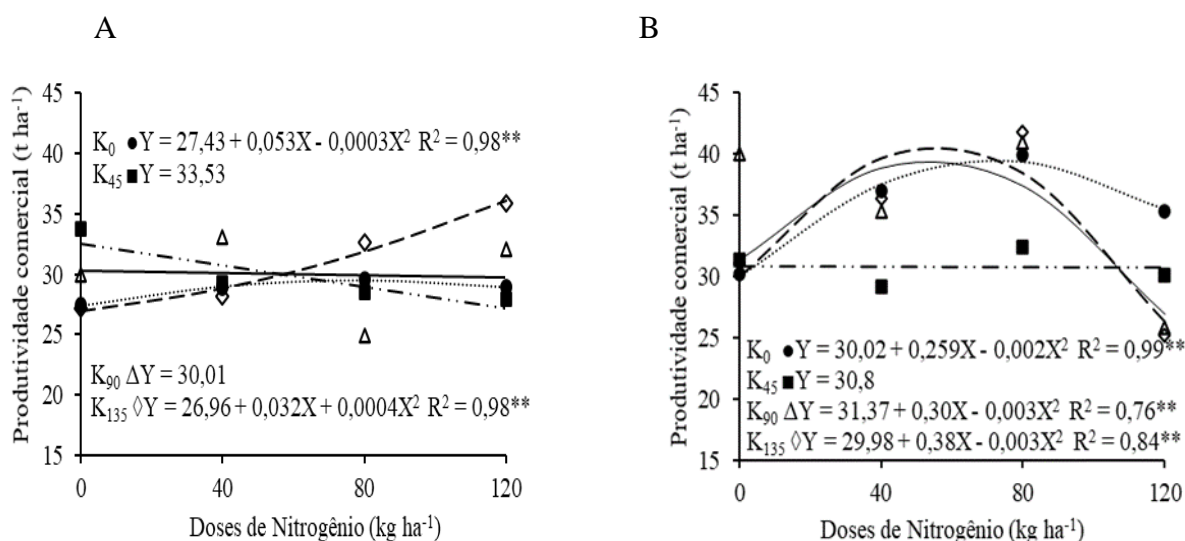


Figura 6. Produtividade comercial de cenoura, em função de doses de nitrogênio e potássio no experimento 2018 (A) e experimento 2019 (B).

Em trabalho realizado por Luz et al. (2009) mostrou maiores incrementos em função das doses crescentes do formulado 20-00-20 na produção total de raízes comerciais. No presente trabalho as doses crescentes de nitrogênio tendem a aumentar a produtividade comercial de raízes, porém na dose máxima (120 kg ha⁻¹ de N) apresentou uma redução na produtividade comercial, como demonstrado na figura 6B. Dessa forma, essa redução está ligada ao crescimento vegetativo, pois quando existe uma demanda alta de nitrogênio na planta ela tende a investir na parte aérea em vez da raiz.

Analisando o experimento 2018, como vemos na figura 6A verifica-se baixa resposta do potássio no incremento da produtividade das raízes comerciais. Nota-se que apenas a dose de 135 kg ha⁻¹ de K₂O apresentou maior produtividade comercial quando combinada com as doses mais altas de N. Na ausência da aplicação de K₂O a dose estimada máxima de N para alcançar a PDC máxima (29,77 t ha⁻¹) foi de 88,3 kg ha⁻¹ de N. As doses de 45 e 90 kg ha⁻¹ de K₂O não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, com PDC média de 33,53 e 30,1 t ha⁻¹, respectivamente conforme a figura 6A. Provavelmente, os teores de potássio no solo e na água de irrigação foram suficientes para suprir as necessidades da cultura. Portanto, acredita-se que esses teores são responsáveis por não se obter resposta com a adubação potássica.

No experimento de 2019 os maiores ganhos de PDC foram obtidos com a combinação das doses 135 e 90 kg ha⁻¹ de K₂O, com 63,33 e 50,00 kg ha⁻¹ de N, com PDC de 42,01 e 38,87 t ha⁻¹, respectivamente. Sem adubação de K₂O a PDC máxima foi de 38 t ha⁻¹, na dose estimada de 64,7 kg ha⁻¹ de N. A dose de 45 kg ha⁻¹ de K₂O não se ajustou nenhum modelo de regressão, com PDC média de 30,8 t ha⁻¹, como verificamos na figura 6B. Observa-se que nas elevadas doses de potássio combinadas com as maiores doses de nitrogênio tendem a reduzir a produtividade comercial, que possivelmente está associado ao crescimento vegetativo, uma vez que o K₂O aumenta a taxa de absorção de N, além de atuar na fotossíntese.

A redução da PDC no experimento 2019 pode estar relacionada ao excesso de K, em decorrência da aplicação das doses elevadas de K₂O associadas com o teor de K⁺ no solo e na água de irrigação. Além disso, o solo de textura arenosa com pH do solo de 6,5 que torna mais disponível o K. O excesso de K pode ocasionar redução na absorção de outros cátions, principalmente, Ca²⁺ e Mg²⁺, promovendo redução da produtividade da cultura.

A produtividade não comercial de cenoura aumentou com as doses crescentes de N. A máxima produtividade não comercial estimada foi de 11,22 t ha⁻¹ na dose de 120 kg ha⁻¹ de N como verificamos na figura 7. Essa média representa um incremento de 5,4 t ha⁻¹ em relação a testemunha 5,82 t ha⁻¹. Veitch et al. (2014) encontraram comportamento similar em que as doses crescentes de N afetaram significativamente o número de raízes da classe refugo, sendo que na

dose de 400 kg N ha⁻¹ produziu 9,1 t ha⁻¹ de descarte apresentando um aumento significativo 72% em comparação com 2,5 t ha⁻¹ na dose 0,0 kg N ha⁻¹ e 3,7 t ha⁻¹ na dose de 50 kg N ha⁻¹.

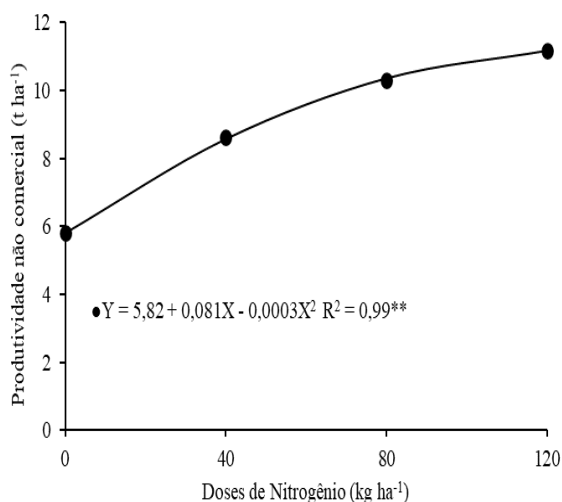


Figura 7. Produtividade não comercial de cenoura, em função de doses de nitrogênio.

O aumento de raízes na classe refugo (C1) pode estar relacionado ao excesso de nitrogênio, que pode causar crescimento vegetativo ou distúrbios fisiológicos como deformações nas raízes, sendo esse defeito observado na pesquisa. Aquino et al., (2015) encontraram produtividade não comercial de 11,1 t ha⁻¹ similar a registrada nesse trabalho com a cultivar Amanda. Os resultados obtidos na presente pesquisa corroboram com os constatados por Santos et al. (2017) em rabanete. Os autores verificaram que a porcentagem de rabanetes não comerciais aumentou de forma linear à medida que aumentaram as doses de N. Conforme vemos em estudo realizado por Silva et al. (2017) com doses de nitro cálcio mostrou influência positiva na produção não comercial de cenoura até a dose de 311 kg ha⁻¹.

As doses de 40 e 80 kg ha⁻¹ de N proporcionaram incrementos de 2,76 e 4,56 t ha⁻¹ em relação a testemunha. Esses valores demonstram que as doses crescentes de nitrogênio podem aumentar a produtividade não comercial de cenoura. Isso ocorre porque doses elevadas de nitrogênio podem influenciar no crescimento vegetativo produzindo raízes menores ou no aparecimento de raízes deformadas (com rachaduras ou ramificações) elevando o percentual de raízes não comerciais como observado no trabalho de Haque et al. (2014).

A maior receita líquida estimada no experimento de 2018 foi de R\$ 62.046,00 que corresponde a uma produtividade comercial de 36.560 kg ha⁻¹, na qual a produção de máxima eficiência econômica seria obtida mediante a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N + 135 kg ha⁻¹ de K₂O. O produtor teria que investir R\$ 3.761,70 com adubos nitrogenados e potássicos (Tabela 8). Em 2019, a máxima receita líquida estimada foi de R\$ 70.922,00, com uma produtividade comercial de 41.180 kg ha⁻¹, sendo que a produção de máxima eficiência econômica poderia ser atingida com a aplicação de 80 kg ha⁻¹ de N + 135 kg ha⁻¹ de K₂O. O produtor teria que investir R\$ 3.201,70 com adubos nitrogenados e potássicos (Tabela 8).

Tabela 8. Peso da Produtividade Comercial (PDC), Preço por quilo de Cenoura (Preço /kg), Receita Bruta, Gastos com Fertilizantes Nitrogenados e Potássicas e Receita Líquida em função de doses N e de K₂O aplicadas ao solo.

Doses		(PDC)		(Preço/ kg)		Receita Bruta		Gastos com Fertilizantes		Receita líquida	
N	K ₂ O	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
(Kg ha ⁻¹)		kg ha ⁻¹		.....		RS		RS .....		.....
0	0	27.430,0	30.020,0	1,80	1,80	49.374	54.036	0,00	0,00	49.374,0	54.036,0
0	45	33.530,0*	30.800,0*	1,80	1,80	60.354	55.440	693,9	693,9	59.660,1	54.746,1
0	90	30.010,0*	31.370,0	1,80	1,80	54.018	56.466	1.387,8	1.387,8	52.630	55.078
0	135	26.960,0	29.980,0	1,80	1,80	48.528	53.964	2.081,7	2.081,7	46.446	51.882
40	0	29.070,0	37.180,0	1,80	1,80	52.326	66.924	560,0	560,0	51.766	66.364
40	45	29.810,0*	30.800,0*	1,80	1,80	53.658	55.440	1.253,9	1.253,9	52.404	54.186
40	90	30.010,0*	38.570,0	1,80	1,80	54.018	69.426	1.947,8	1.947,8	52.070	67.478
40	135	28.880,0	40.380,0	1,80	1,80	51.984	72.684	2.641,7	2.641,7	49.342	70.042
80	0	29.750,0	37.940,0	1,80	1,80	53.550	68.292	1.120,0	1.120,0	52.430	67.172
80	45	28.010,0*	30.800,0*	1,80	1,80	50.418	55.440	1.813,9	1.813,9	48.604	53.626
80	90	30.010,0*	36.170,0	1,80	1,80	54.018	65.106	2.507,8	2.507,8	51.510	62.598
80	135	32.080,0	41.180,0	1,80	1,80	57.744	74.124	3.201,7	3.201,7	54.542	70.922
120	0	29.470,0	32.300,0	1,80	1,80	53.046	58.140	1.680,0	1.680,0	51.366	56.460
120	45	28.130,0*	30.800,0*	1,80	1,80	50.634	55.440	2.373,9	2.373,9	48.260	53.066
120	90	30.010,0*	24.170,0	1,80	1,80	54.018	43.506	3.067,8	3.067,8	50.950	40.438
120	135	36.560,0	32.380,0	1,80	1,80	65.808	58.284	3.761,7	3.761,7	62.046	54.522

Obs. O (*) representa as doses que não se ajustaram ao modelo de regressão, sendo utilizado apenas a média como base de cálculo.

Com a redução da dose de 120 para 80 kg ha⁻¹ de N combinado com 135 kg ha⁻¹ de K₂O no experimento de 2018, como vemos na tabela 8, o produtor teria uma redução de 12,25% na produtividade e de 12,1% na receita líquida. No experimento de 2019 essa mesma redução também combinada com a dose de 135 kg ha⁻¹ de K₂O, o produtor teria um acréscimo de 27,18% na produtividade e de 30,08% na receita líquida. Portanto, a diminuição da dose de 120 para a

dose de 80 kg ha⁻¹ de N apresenta vantagem, pois além de reduzir os custos, o que é mais seguro sob o ponto de vista econômico (menor risco devido ao menor investimento com adubos), também é mais viável sob o ponto de vista ambiental (pela menor utilização de adubos químicos).

As doses de 80 Kg ha⁻¹ de N combinada com a dose de 135 Kg ha⁻¹ de K apresentaram maior retorno econômico nos dois anos. Porém, não se sabe se a dose de 135 Kg ha⁻¹ de K é a mais indicada, visto que o solo e água de irrigação da área experimental apresentaram teores elevados deste nutriente e a cenoura pode ter apresentado consumo de luxo. Nesse caso, serão necessários novos estudos.

4 CONCLUSÕES

Em 2018, a combinação de 120 kg ha⁻¹ de N e 135 kg ha⁻¹ de K₂O proporcionou maior produtividade comercial em 2019 com a combinação de 63,33 kg ha⁻¹ de N e 90 kg ha⁻¹ de K₂O resultou em maior produtividade comercial;

As doses de máxima eficiência econômica recomendadas para a produtividade comercial de cenoura foram estimadas em 80 kg ha⁻¹ de N com 135 kg ha⁻¹ de K₂O.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, I. DA C.W. & AZEVEDO, P. V. DE. Caracterização do consórcio coqueiro-bananeira no Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa, PB. *Agropecuária Científica no Semiárido*. ACSA, Patos-PB, v.14, n.1, p.50-58, Jan.-Mar., 2018. Disponível em: DOI:10.30969/acsa.v14i1.963.

ALI, MD. A.; HOSSAIN, MD. A.; MONDAL, M. F. AND FAROOQUE, A. M. Effect of Nitrogen and Potassium on Yield and Quality of Carrot. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, v.6, n.18, p.1574-1577, 2003. Disponível em: <https://scialert.net/abstract/?doi=pjbs.2003.1574.1577>.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. *Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de água de los cultivos*. Roma: FAO, 2006. Estudio FAO Riego y Drenaje, n.56. ISBN 92-5-304219-2.

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

AQUINO, R. F. B. A.; ASSUNÇÃO, N. S.; AQUINO, L. A.; AQUINO, P. M.; OLIVEIRA, G. A. O.; CARVALHO, A. M. X. C. Nutrient demand by the carrot crop is influenced by the cultivar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 39, p. 541-552, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/01000683rbc20140591>.

ÁVILA, J. DE; LIMA, S. F. DE.; VENDRUSCOLO, E. P.; ALVAREZ, R. DE C. F.; CONTARDI, L. M. Adubação nitrogenada e uso de bioestimulante em cenoura. *Magistra*, Cruz das Almas – BA, V. 28, N.3/4, p.360-368, Jul./Dez. 2016. ISSN 2236 – 4420.

BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M. DA; MESQUITA, M. A. M.; CUNHA, P. C. R. DA. Response of dry beans to source and rate of n application topdressing. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 30, n. 2, p. 458-468, Mar./Apr. 2014.

BOSKOVIC-RAKOCEVIC, L.; PAVLOVIC, R.; ZDRAVKOVIC, J.; ZDRAVKOVIC, M., PAVLOVIC, N.; DJURIC, M. Effect of nitrogen fertilization on carrot quality. *African Journal of Agricultural Research*, v. 7, n.18, p. 2884-2900, May, 2012. Disponível em: DOI: 10.5897/AJAR11.1652.

CARDOSO, A. F.; QUEIROZ, A. A.; LANA, R. M. Q.; OLIVEIRA, R. C. DE; LUZ, J. M. Q. Adubação nitrogenada em cultivares de batata em diferentes condições edafoclimáticas no estado de Minas Gerais-Brasil. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata, v.115, n.2, p.221-228, 2016. Disponível em: <http://revista.agro.unlp.edu.ar/index.php/revagro/article/view/421>.

CASTRO, B. F.; SANTOS, L. G. DOS; BRITO, C. F. B.; FONSECA, V. A. & BEBÉ, F. V. production function of the potassium fertilization and different nitrogen sources. Revista de Ciências Agrárias, v.39, n.3, p.341-348, 2016. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.19084/RCA15131>.

CECÍLIO FILHO, A. B. & PEIXOTO, F. C. Acúmulo e exportação de nutrientes em cenoura 'Forto'. Revista Caatinga, Mossoró, v. 26, n. 1, p. 64-70, 2013. Disponível em :ISSN 1983-2125 (online).

CECÍLIO FILHO, A. B.; DUTRA, A. F.; SILVA, G.S. DA. Phosphate and potassium fertilization for radish grown in a latosol with a high content of these nutrientes, Revista Caatinga, Mossoró, v. 30, n. 2, p. 412 – 419, abr. – jun., 2017. Disponível em <https://doi.org/10.1590/1983-21252017v30n216rc>.

COLOMBARI, L. F.; LANNA, N. B. L.; GUIMARÃES, L. R. P.; CARDOSO, A. I. I. Production and quality of carrot in function of split application of nitrogen doses in top dressing. Horticultura Brasileira, Brasília, v.36, n.3, July-Sep., 2018. Disponível em: DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620180304>.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. SANTOS, H. G. et al. 5. ed. Brasília, DF, 2018. Disponível em: ISBN-9788570358004.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. Ciência e agrotecnologia, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: 3 agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3 ed. Viçosa: UFV, 2012. 421p.

HAQUE, A. F. M. Z.; HAQUE, M. S. AND NAHER, N. Effect of nitrogen fretilizer to increase the yield of carrot (*Daucus Carota L.*) National University Journal of Science, v.1, n.2, 2014. Disponível em: <https://nu.ac.bd/nu-journal-science-vol.1-no.2.php>.

HOCHMUTH, G. J.; BRECHT, J. K.; AND BASSETT, M. J. Fresh-market carrot yield and quality did not respond to potassium fertilization on a sandy soil validated by mehlich-1 soil test. HortTechnology, v.16, n.2, April–June, 2006.:Disponível em: DOI:<https://doi.org/10.21273/HORTTECH.16.2.0270>.

HOCHMUTH, G. J.; BRECHT, J. K.; BASSETT, M. J. Nitrogen fertilization to maximize carrot yield and quality on a sandy soil. American Society for Horticultural Science, v.34, n.4, p.641-645, 1999. Disponível em:DOI:10.21273/HORTSCI.34.4.641.

IERNA, A.; MAURO, R. P.; LEONARDI, C.; GIUFFRIDA, F. Shelf-Life of Bunched Carrots as Affected by Nitrogen Fertilization and Leaf Presence. Agronomy. v.10, n.12, p.1-13, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy10121982>.

JESUS, P. M. M. DE. Produção e eficiência nutricional de cultivares de cenoura sob adubação fosfatada. 2018. 48 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade federal rural do Semi-árido, Mossoró (RN).

LANA, M. M. & VIEIRA, J. V. Fisiologia e manuseio pós-colheita de cenoura Brasília, EMBRAPA - Hortaliças. 2000. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/768857/fisiologia-e-manuseio-pos-colheita-de-cenoura>.

LUZ, J. M. Q.; SILVA JÚNIOR, J. A.; TEIXEIRA, M. S. S. C.; SILVA, M. A. D.; SECERINO, M. G.; MELO, B. Desempenho de cultivares de cenoura no verão e outono-inverno em Uberlândia -MG. Horticultura Brasileira, Brasília, v.27: p.96 -99, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362009000400023>.

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

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

MAROUELLI, W. A.; OLIVEIRA, R. A. E; SILVA, W. L. C. Circular técnica 48. Irrigação da Cultura da Cenoura. (Embrapa Hortaliças), Brasília, DF. Jan., 2007. Disponível em: ISSN 1415-3033.

MARTI, H. R. & MILLS, H. A. Nitrogen and potassium nutrition affect yield, dry weight partitioning, and nutrient-use efficiency of sweet potato. *Communication Soil Science And Plant Analysis*, Philadelphia, v. 33, n.1-2, p. 287-301, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1081/CSS-120002394>.

MONIRUZZAMAN, M.; AKAND, M. H.; HOSSAIN, M. I.; SARKAR, M. D. AND ULLAH, A. Effect of nitrogen on the growth and yield of carrot (*Daucus carota l.*). *The Agriculturists*, v.11, n.1, p.76-81, 2013. Disponível em: DOI:10.3329/agric.v11i1.15246.

NEGREA, M.; RADULOV, I.; LAVINIA, A.; LAURA-CRISTINA, R. Mineral Nutrients Compositions of *Daucus Carrota* Culture, in Different Stages of Morphogenesis. *Revista de chimie (Bucharest)*, v.63, n. 9, p.887-892, 2012. Disponível em: <http://bch.ro/pdfRC/NEGREA%20MONICA.pdf%209%2012.pdf>.

NUNES, A. R. A.; FERNANDES, A. M.; LEONEL, M.; GARCIA, E. L.; MAGOLBO, L. A.; CARMO, E. L. DO. Nitrogênio no crescimento da planta e na qualidade de raízes da mandioquinha-salsa. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.46, n.2, p.242-247, fev, 2016. Disponível em: DOI:10.1590/0103-8478cr20150339.

OLIVEIRA, A. P.; ESPINOLA, J. E. F.; ARAUJO, J. S. AND COSTA, C. C. Produção de raízes de cenoura cultivadas com húmus de minhoca e adubo mineral. *Horticultura Brasileira online*. v.19, n.1, p.77-80. 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S010205362001000100016>.

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

PAIVA, M. R. DE F. C.; SILVA, G. F. DA; OLIVEIRA, F. H. T. DE; PEREIRA, R. G.; QUEIROGA, F. M. DE. Doses de nitrogênio e de fósforo recomendadas para produção econômica de milho-verde na chapada do apodi-RN. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 25, n. 4, p. 1-10, out-dez., 2012. Disponível em: ISSN 1983-2125 (online).

PRADO, R. M. *Nutrição de plantas*. São Paulo: Editora Unesp. 2008, 408p.

PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI, A. *Guia de interpretação de análise de solo e foliar*. Vitória: Incaper, 2013. 104p.

QUE, F., HOU, XL., WANG, GL. *et al.* Advances in research on the carrot, an important root vegetable in the Apiaceae family. *Hortic Res*, v.6, n. 69, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41438-019-0150-6>.

RAMOS, M. J. M.; MONNERAT, P. H.; PINHO, L. G. DA R.; SILVA, J. A. DA. Deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro ‘imperial’: composição mineral. *Revista Brasileira Fruticultura*, Jaboticabal - SP, v. 33, n. 1, p. 261-271, março, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011005000032>.

SANTOS, C. F. B.; PAIER, C. D.; GOMES, M. DA S.; BISCARO, G. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção e qualidade de rabanetes via fertirrigação por gotejamento. *Acta Iguazu*, Cascavel, v.6, n.2, p.50-58,2017. Disponível em:DOI: <https://doi.org/10.48075/Actaiguaz.v6i2.17447>.

SHIKHA, F. S; SULTANA, N.; RAHMAN, M. D. A.; BHUIYA, S. H.; RAHMAN, J; AKTER, N. Effect of potassium fertilization on the growth, yield and root quality of carrot. *International Journal of Applied Research*, v.2, n.3, p.151-156, 2016. Disponível em:ISSN: 2411-6610.

SILVA, L. M.; BASÍLIO, S. A.; SILVA JÚNIOR, R. L.; BENETT, K. S. S.; BENETT, C. G. S. Aplicação de nitrogênio, potássio e cálcio na cultura da cenoura. *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia-MS, v. 4, n. 3, p. 69-76, jul./set., 2017. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.32404/rean.v4i3.1412>.

SILVA, V. F. A.; MELO, N. C.; GALVÃO, J. R.; SILVA, D. R. DA; PEREIRA, W. V. DA S.; RODRIGUES, F. H. SANTOS. Produção de melancia e teores de sólidos solúveis totais em resposta a adubação nitrogenada e potássica. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.9, nº.3, p. 136 - 144, 2015. Disponível em: DOI: 10.7127/rbai.v9n300299.

ŠEREGELJ, VANJA; VULIĆ, JELENA; ĆETKOVIĆ, GORDANA; ČANADANOVIĆ-BRUNET, JASNA; ŠAPONJAC, VESNA TUMBAS; STAJČIĆ, SLAĐANA. Natural bioactive compounds in carrot waste for food applications and health benefits. *Studies in Natural Products Chemistry*. v.67, p.307-344, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819483-6.00009-6>.

STEFANSON, A. L.; TSAO, R.; LIU, R.; DUIZER, L.; BAKOVIC, M. AND MARTIN, R. C. Effect of variety, soil fertility status and agronomic treatments on carrot mineral and phytochemical composition and consumer liking of flavor traits. *Journal of the Science Food Agriculture*, v. 99, p.5457–5474, 2019. Disponível em: DOI: 10.1002/jsfa.9807.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TEÓFILO, T. M.; FREITAS, F. C. L.; NEGREIROS, M. Z.; LOPES, W. A. R. Crescimento de cultivares de cenoura nas condições de Mossoró-RN. Revista Caatinga, Mossoró, v.22, n.1, p. 168-174, 2009. Disponível em: ISSN 0100-316X.

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. 2ed. rev. atual. Campinas: Instituto Agrônômico/Fundação IAC, (Boletim Técnico, 100), p.157-185. 1997.

VANOMARK, G. M. M. DE S.; SOBRINHO, J. E.; BEZERRA, J. R. C.; SANTOS, C. A. C. DOS; AZEVEDO, P. V. DE; SILVA, S. T. A. DA; BEZERRA, B. G. Energy balance partitioning and Evapotranspiration from irrigated Muskmelon Under Semi-Arid Conditions. Bragantia, Campinas, v.77, n.1, p.168-180, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.2016453>.

VEITCH, R. S.; LADA, R. R.; ADAMS, A. & MACDONALD, M. T. Carrot Yield and Quality as Influenced by Nitrogen Application in Cut-and-Peel Carrots. Communications in Soil Science and Plant Analysis, v.45, n.7, p.887-895, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00103624.2014.880713>.

WIERZBOWSKA, J., CWALINA-AMBROZIAK, B., GŁOSEK-SOBIERAJ, M., SIENKIEWICZ, S. Yield and mineral content of edible carrot depending on cultivation and plant protection methods. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus, v.16, n.2, p.75–86, 2017. Disponível em: http://www.hortorumcultus.actapol.net/pub/16_2_75.pdf.

ZANFIROV, C. A.; CORREA, C. V.; CARPANETTI, M. G.; CORREA, F. F.; CARDOSO, A. I. I. Produção de cenoura em função das doses de potássio em cobertura. Horticultura Brasileira, v.30, p.747-750, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000400030>.

CAPÍTULO III - QUALIDADE DE CENOURA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA

RESUMO

A adubação mineral é um dos fatores que mais influencia no rendimento e na qualidade da cenoura. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade de cenoura em função da adubação nitrogenada e potássica. Dois experimentos foram conduzidos em Mossoró-RN, entre junho e outubro de 2018 e 2019. O delineamento experimental foi em blocos casualizados completos em esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de quatro doses de nitrogênio (0; 40; 80 e 120 kg ha⁻¹) e quatro doses de potássio (0; 45; 90 e 135 kg ha⁻¹). As variáveis analisadas foram: sólidos solúveis, teores de β-carotenoides, açúcares solúveis totais, acidez total, pH e percentual de miolo branco. As doses crescentes de nitrogênio e potássio proporcionaram maior crescimento vegetativo alterando o ciclo da cultura, retardando a maturidade. A combinação das doses de nitrogênio e potássio proporcionou um aumento dos sólidos solúveis e no percentual de raízes com miolo branco nos dois experimentos. A combinação da dose de 80 kg ha⁻¹ de N associada a aplicação de 90 kg ha⁻¹ de K₂O obteve maior teor de sólidos solúveis. O pH e a relação SS/AT foram afetados pelas doses de nitrogênio em ambos experimentos de cultivo. As doses de nitrogênio e potássio, e os experimentos influenciaram no percentual de ácido málico e nos teores de açúcares solúveis totais e no teor de β-caroteno.

Palavras-chave: *Daucus carota L.*, sólidos solúveis, açúcares solúveis totais, β-caroteno, miolo branco.

CHAPTER III- CARROT QUALITY DEPENDING ON FERTILIZATION OF NITROGEN AND POTASSIUM

ABSTRACT

Mineral fertilization is one of the factors that most influences the yield and quality of the carrot. Thus, the objective of this work was to evaluate the quality of carrots as a function of nitrogen and potassium fertilization. Two experiments were conducted in Mossoró-RN, between June and October 2018 and 2019. The experimental design was in complete randomized blocks in a 4 x 4 factorial scheme, with four replications. The treatments consisted of a combination of four doses of nitrogen (0; 40; 80 and 120 kg ha⁻¹) and four doses of potassium (0; 45; 90 and 135 kg ha⁻¹). The variables analyzed were: soluble solids, β -carotenoid levels, total soluble sugars, total acidity, pH and percentage of white kernels. The increasing doses of nitrogen and potassium provided greater vegetative growth, changing the crop cycle, delaying maturity. A combination of doses of nitrogen and potassium provided an increase in soluble solids and no percentage of roots with white kernels in both experiments. A combination of the dose of 80 kg ha⁻¹ of N associated with the application of 90 kg ha⁻¹ of K₂O obtained a higher content of soluble solids. The pH and the SS / AT ratio were affected by nitrogen doses in both cultivation experiments. As doses of nitrogen and potassium, the experiments influence the percentage of malic acid and the levels of total soluble sugars and the content of β -carotene.

Keywords: total soluble solids; β -carotenoid content, percentage of white core

1 INTRODUÇÃO

A cenoura (*Daucus carota L.*) é uma hortaliça de consumo popular com alta relevância nutricional, doce, sabor agradável e benefícios para saúde (Alasalvar et al., 2001). Fonte importante de fibras, minerais como K, P, Ca, Mn e vitaminas (C, B1, B2), além de conter outros compostos bioativos, como carotenóides, poliacetilenos, polifenóis (ARSCOTT & TANUMIHARDJO, 2010; WIERZBOWSK et al., 2017).

A qualidade das raízes de cenoura depende das características genéticas da cultivar, do meio ambiente e das condições de cultivo durante o crescimento e desenvolvimento da cultura, bem como de todas as decisões agrotécnicas tomadas pelos produtores projetados para proteger e melhorar a produção comercial (WSZELACZYŃSKA et al., 2019).

Em cenoura, os fatores genéticos têm o maior impacto nas variáveis de qualidade, seguidos pelos relacionados ao clima, enquanto o método de cultivo tem menos influência (SELJASEN et al., 2013). No entanto, estudos realizados por El-Tohamy et al. (2011) e Colombari et al. (2018) demonstram a importância da adubação na cultura da cenoura, pois o nitrogênio e o potássio são responsáveis pela qualidade, atuando diretamente no tamanho, cor, sabor e resistência ao armazenamento.

O nitrogênio é um constituinte fundamental das células vegetais, tais como aminoácidos, proteínas, enzimas, ácidos nucleicos e a molécula de clorofila (Malavolta, 2006; Taiz & Zeiger, 2017). Enquanto, o potássio desempenha várias funções nas plantas nos processos de respiração e fotossíntese, controle da turgidez celular e na ativação de muitas enzimas, no transporte de carboidratos (Malavolta, 2006; Novais et al., 2007). Alguns estudos relacionados a qualidade da cenoura foram realizados em Mossoró-RN, testando espaçamentos (ALVES et al., 2010), cultivares e adubação fosfatada (JESUS, 2018) e época de plantio (GOMES et al., 2020), porém informações sobre a influência do manejo da adubação ou fertirrigação com N e K, principalmente em doses mais elevadas na qualidade dessa hortaliça ainda são incipientes na região.

Portanto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da adubação nitrogenada e potássica na qualidade de raízes de cenoura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e características da área experimental.

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental Rafael Fernandes pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada no distrito de Lagoinha, zona rural do município de Mossoró-RN (5°03'37" de latitude Sul, 37°23'50" longitude Oeste, com 72 m de altitude), nos períodos de junho a outubro de 2018 e 2019. O clima da região segundo classificação de Köppen é BSw^h (muito seco, com estação de chuva no verão atrasando-se para o outono) com precipitação média anual em torno de 674 mm. A umidade relativa média anual é de 68,9%, enquanto a temperatura média anual é de 27,7 °C. (VANOMARK et al., 2018).

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Típico (EMBRAPA, 2018). As amostras de solos foram coletadas na profundidade de 0 a 0,2 m. Sendo realizadas 10 amostras simples para formar uma amostra composta. Os resultados da análise física - química são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Resultados das análises químicas e granulométrica do solo das áreas experimentais dos anos 2018 e 2019. Mossoró-RN. UFERSA, 2021.

Análises químicas										
Exp.	pH	Mat. Org.	P (Melhich)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	(H+Al ³⁺)	SB	CTC	V
Ano	(H ₂ O)	(g kg ⁻¹)	---- (mg dm ⁻³) ----	-----	..... (cmol _c dm ⁻³) .....	.....	.....	.....	.....	%
2018	4,8	5,59	5,00	29,64	0,41	0,13	1,57	0,63	2,2	29
2019	6,3	4,15	3,20	51,00	0,55	0,25	0,33	0,97	1,3	75

Análise granulométrica					
Exp.	AG	AF	Areia Total	silte	Argila
..... g kg ⁻¹					
2018	618,00	288,00	906,00	24,00	70,00
2019	620,00	280,00	900,00	30,00	70,00

SB - soma das bases trocáveis; CTC - capacidade de troca catiônica em pH 7,0; Mat.Org. - matéria orgânica; (V) - saturação por bases; AG: Areia grossa; AF: Areia fina.

2.2 Delineamento experimental e tratamentos.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados completos em esquema fatorial 4 x 4 com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de quatro doses de nitrogênio (0; 40; 80 e 120 kg ha⁻¹ de N) e quatro doses de potássio (0; 45; 90

e 135 kg ha⁻¹ de K₂O). A unidade experimental foi constituída por canteiro de 3,00 m de comprimento por 1,20 de largura, com seis fileiras de plantas, espaçadas em 0,20 x 0,08 m considerou-se como área útil as quatro fileiras centrais desprezando uma planta em cada extremidade.

2.3 Implantação e condução dos experimentos

O preparo do solo constou de aração, gradagem e levantamento dos canteiros. A adubação de plantio foi realizada com base na análise do solo e segundo recomendação de Jesus (2018) utilizando-se 220 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples.

A semeadura foi realizada manualmente colocando-se 2 a 3 sementes por cova de 2 a 3 cm de profundidade, espaçadas de 0,20 x 0,08 m. Foram utilizadas sementes peletizadas. O desbaste foi realizado aos 25 dias após a semeadura (DAS), deixando uma planta por cova. A cultivar utilizada foi o híbrido Amanda.

O sistema de irrigação utilizado foi por microaspersão até os 28 dias após a semeadura, para garantir melhor germinação das sementes, e no restante do ciclo, o gotejamento, com três mangueiras por canteiro, espaçadas em 0,40 m, com gotejadores do tipo autocompensante e vazão média de 1,5 L h⁻¹, distanciados de 0,30 m entre si. As irrigações foram realizadas diariamente e as lâminas foram determinadas com base na evapotranspiração da cultura (ALLEN et al., 2006). As lâminas de irrigação aplicadas em 2018 e 2019 foram 990,74 e 743,88 mm ha⁻¹, respectivamente, conforme tabela 2.

Tabela 2. Manejo da irrigação na área experimental. Mossoró-RN. UFERSA, 2021.

Experimento 2018					
Estádio	Kc	ET _o Ajustada (mm)	Período	Total dias	Volume de Irrigação (mm/ha)
Inicial (1)	1,00	4,26	20/06 a 13/07	24	102,24
Vegetativo Primário (2)	0,86	4,63	14/07 a 04/08	22	88,15
Vegetativo Secundário (3)	1,83	5,4	05/08 a 05/10	62	614,19
Maturação (4)	1,85	5,58	06/10 a 24/10	18	186,15
Total				126	990,74
Experimento 2019					
Estádio	Kc	ET _o Ajustada (mm)	Período	Total dias	Volume de Irrigação (mm/ha)
Inicial (1)	1,11	4,26	12/06 a 05/07	24	113,27

Vegetativo Primário (2)	0,97	4,63	06/07 a 27/07	22	99,03
Vegetativo Secundário (3)	2,26	5,40	28/07 a 24/08	28	342,63
Maturação (4)	2,12	5,58	25/08 a 09/09	16	188,94
Total				90	743,88

A água utilizada na irrigação foi oriunda de um poço tubular profundo do aquífero arenito Açú. As características das análises químicas da água apresentaram pH = 7,1; CE = 0,61 dS m⁻¹; K⁺ = 0,65 mmol_c L⁻¹; Na⁺ = 1,73 mmol_c L⁻¹; Ca²⁺ = 2,50 mmol_c L⁻¹; Mg²⁺ = 1,90 mmol_c L⁻¹; Cl⁻ = 1,60 mmol_c L⁻¹; CO₃²⁻ = 0,0 mmol_c L⁻¹; HCO₃⁻ = 4,00 mmol_c L⁻¹. e RAS de 1,2.

Os valores de potássio na água de irrigação foram calculados para ambos os experimentos com base nas lâminas de irrigação aplicadas, no experimento em 2018 foi adicionado 182,01 kg ha⁻¹ de K₂O e no experimento em 2019 foi adicionado 136,65 kg ha⁻¹ de K₂O, conforme com os cálculos na tabela 03.

Tabela 03. Cálculos dos teores de potássio aplicado via água de irrigação, com base nas lâminas de irrigação aplicadas nas áreas experimentais dos anos 2018 e 2019. Mossoró-RN. UFERSA, 2021.

Experimento 01	Experimento 02
1° passo = Transformar mmol _c / L ⁻¹ em cmol _c / L ⁻¹	
$\frac{0,65(\text{mmol}_c \text{ L}^{-1})}{10} = 0,065(\text{cmol}_c \text{ L}^{-1})$	$\frac{0,65(\text{mmol}_c \text{ L}^{-1})}{10} = 0,065(\text{cmol}_c \text{ L}^{-1})$
2° passo = Transformar em g L ⁻¹	
$0,065 (\text{cmol}_c \text{ L}^{-1}) \times 0,3909 = 0,025 \text{ g L}^{-1}$	$0,065 (\text{cmol}_c \text{ L}^{-1}) \times 0,3909 = 0,025 \text{ g L}^{-1}$
3° passo = Transformar em g m ² (*1mm equivale a 1litro por m ²)	
*990,74 mm = 990,74 L	*743,88 mm = 743,88 L
$\frac{0,025 \text{ g L}}{x} \times \frac{1\text{L}}{990,74 \text{ L}} \therefore x = 25,175 \text{ g m}^2$	$\frac{0,025 \text{ g L}}{x} \times \frac{1\text{L}}{743,88 \text{ L}} \therefore x = 18,902 \text{ g m}^2$
4° passo = Transformar g m ² em kg ha ⁻¹ (*Foi considerado 6000 m ² da área total)	
$\frac{25,175 \text{ g}}{x} \times \frac{1\text{m}^2}{6000 \text{ m}^2} \therefore$	$\frac{18,902 \text{ g}}{x} \times \frac{1\text{m}^2}{6000 \text{ m}^2} \therefore$
$x = 151,05 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de K}$	$x = 113,41 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de K}$
5° passo = Transformar K em K ₂ O, Multiplica-se a quantidade de K pelo fator 1,205.	
$151,05 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de K} \times 1,205$	$113,41 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de K} \times 1,205$
= 182, 01kg ha⁻¹ de K₂O	= 136, 65 kg ha⁻¹ de K₂O

As adubações de cobertura foram realizadas semanalmente via fertirrigação de acordo com cada tratamento pré-estabelecido, iniciando aos 15 dias após a semeadura (DAS) e finalizado aos 90 DAS. Como fontes de N foram utilizadas: ureia, sulfato de amônio; para o potássio as fontes foram: cloreto de potássio, sulfato de potássio, nitrato de potássio. Para o magnésio foi utilizado como fonte o sulfato de magnésio na dose de 7,40 kg ha⁻¹ de Mg e o boro teve como fonte o ácido bórico, na dose de 2,0 kg ha⁻¹. Como fonte de micronutrientes foi utilizado um produto comercial Rexolin® (11,6% de K₂O; 1,28% de S; 0,86% de Mg; 2,1% de B; 0,36% de Cu; 2,66% de Fe; 2,48% de Mn; 0,036% de Mo e 3,38% de Zn), sendo feita três aplicações em 2018 e quatro aplicações em 2019 via fertirrigação. A dose utilizada foi 0,01kg

ha⁻¹ por aplicação. As aplicações ocorreram aos 36; 43 e 50 DAS em 2018 e 40; 47; 54 e 60 DAS em 2019.

Durante a condução dos experimentos foram realizadas capinas manuais e controle fitossanitário de acordo com a necessidade da cultura. A colheita do experimento 2018 foi realizada aos 128 DAS e a colheita do experimento 2019 foi com 120 DAS, quando houve o amarelecimento e secamento das folhas mais velhas e o arqueamento para baixo das folhas mais novas.

2.4 Variáveis analisadas

Para avaliação de qualidade foram amostradas cinco raízes por tratamento, lavadas com água destilada e secas com papel toalha, em seguida trituradas em processador. O suco de cada amostra foi utilizado para as variáveis de qualidade, exceto para porcentagem de miolo branco.

- **Sólidos solúveis (°Brix):** foi determinado em refratômetro digital, com correção automática de temperatura. O suco obtido após o processamento foi filtrado com auxílio de papel filtro e retirado uma alíquota para realização das leituras.
- **Acidez total (% de ácido málico):** foi determinada pelo método titulométrico. Para isso, foram retirados 1 ml de suco e colocado em Erlenmeyer de 125 ml, completando o volume com água destilada até 50 ml. Em seguida, foram adicionadas duas gotas de fenolftaleína, sendo titulado com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 ou 0,01 M até coloração rósea (Instituto Adolfo Lutz, 2008).
- **Relação SS/AT:** foi obtido pelo quociente relacionado aos sólidos solúveis/acidez titulável.
- **Açúcares solúveis totais (%):** foi determinado no suco utilizando o método da Antrona (Southgate, 1991) utilizando-se 0,5 ml de suco diluído com 100 ml água destilada em balão volumétrico de 250 ml, sendo transferida uma alíquota de 0,50 ml (amostra 1000 µl + água) para os tubos de ensaio em um banho de gelo, adicionando-se, em seguida, 2 ml de antrona e feito a homogeneização. Os tubos foram imediatamente voltados para o banho de gelo. Depois os tubos foram levados para o banho-maria fervente por 8 minutos. Em seguida foram esfriados com água gelada e, posteriormente, foi feita a determinação da absorbância em espectrofotômetros, no comprimento de onda de 620 nm.

- **pH:** foi determinado pelo método de leitura direta com um potenciômetro digital, calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0, sendo colocados os eletrodos do medidor de pH na amostra (suco) após ter sido homogeneizadas.
- **Teor de β -carotenoides (mg 100 ml⁻¹):** para a determinação do teor de carotenoides: foi feita a medição da cor dos pigmentos pela espectrofotometria. Para isso, foram feitas a extração e quantificação de carotenoides provenientes do híbrido de cenoura de acordo com os respectivos tratamentos, sendo utilizado a metodologia descrita por Vinha et al. (2014).

Após trituração de cinco cenouras em processador, tomou-se uma amostra de 0,5 g, adicionou-se 5mL de uma mistura de acetona-hexano (4:6), para a extração. Após homogeneização as amostras ficaram em repouso por 30 minutos depois foi feita coleta do sobrenadante para efetuar as leituras das absorvências a diferentes comprimentos de onda 453 nm, 505 nm, 645 nm e a 663 nm de forma a quantificar os teores de β -caroteno, segundo a equação abaixo.

$$\beta\text{-caroteno (mg/ 100mL}^{-1}) = 0,216A_{663} - 1,22A_{645} - 0,304A_{505} + 0,452A_{453}$$

Onde:

A = absorvância obtida nos comprimentos de onda específico no solvente utilizado.

- **Porcentagem de miolo branco no interior das raízes (%):** foi determinado em 10 raízes selecionadas da área útil da parcela, lavadas e depois feito um corte transversal e feito análise visual para verificar a ausência ou presença de anéis brancos.

2.5 Análise estatística

As análises de variância das características analisadas foram realizadas isoladamente para cada experimento. Em seguida, procedeu-se à análise conjunta dos experimentos através do teste F utilizando o software SISVAR foram analisados os efeitos significativos para os fatores quantitativos (doses), cujo foram realizadas à análise de regressão utilizando o software versão 5.6 Sisvar (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Qualidade de raízes de cenoura

De acordo com os resultados da análise de variância conjunta observa-se que houve efeito significativo da interação dos fatores doses de N, K e experimento para as variáveis acidez titulável (AT) e beta caroteno (β -C). Os sólidos solúveis (SS) e a percentagem de miolo branco no interior da raiz (PMB) houve efeito significativo da interação doses de N e K. Interação significativa dos fatores doses de N e experimento para açúcares totais (AST) e pH, e do fator experimento para a relação SS/AT (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para sólidos solúveis (SS), acidez total titulável (AT), relação SS/AT, açúcares solúveis totais (AST), potencial hidrogeniônico (pH), beta caroteno (β -C) e porcentagem de raízes com “miolo branco” (PMB) de raízes de cenoura de cenoura em função de doses de N e K.

FV	GL	Quadrado Médio						
		SS	AT	SS/AT	AST	pH	β -C	PMB
BLOCO (E)	6	0,427*	0,001 ^{ns}	9,575 ^{ns}	1,134*	0,003 ^{ns}	1,488 ^{ns}	95,572 ^{ns}
Doses N (N)	3	0,444 ^{ns}	0,008*	47,347**	1,246*	0,072*	20,449*	121,614 ^{ns}
Doses K (k)	3	0,214*	0,009 ^{ns}	7,590 ^{ns}	3,314*	0,005 ^{ns}	28,690*	575,781*
Experimento (E).	1	3,075**	0,606*	1975,6**	38,506**	1,485*	187,017*	3100,781**
N x K	9	0,437*	0,001 ^{ns}	1,707 ^{ns}	2,662*	0,004 ^{ns}	8,370*	341,753*
N x E	3	0,445 ^{ns}	0,012*	17,568**	16,555**	0,049*	1,488 ^{ns}	177,864 ^{ns}
K x E	3	0,069 ^{ns}	0,000 ^{ns}	3,731 ^{ns}	0,764 ^{ns}	0,003 ^{ns}	36,585*	57,031 ^{ns}
N x K x E	9	0,207 ^{ns}	0,002*	8,329 ^{ns}	3,310**	0,002 ^{ns}	14,6319*	98,003 ^{ns}
Erro	90	0,182	0,000	5,663	1,213	0,003	1,91	164,46
CV (%)		4,10	7,50	8,89	10,65	0,98	19,98	29,90

^{ns}: não significativo pelo Teste F; *, **: Significativo a $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$ pelo teste F, respectivamente.

3.1.1 Teor de sólidos solúveis (SS)

O teor de sólidos solúveis (SS) máximo estimado (10,78° Brix) foi obtido na dose de 80 kg ha⁻¹ de N, associada a aplicação de 90 kg ha⁻¹ de K₂O, como vemos na figura 1. As doses de

K, exceto a dose de 90 kg ha⁻¹ de K₂O, reduziram os teores de sólidos solúveis com o aumento das doses de N.

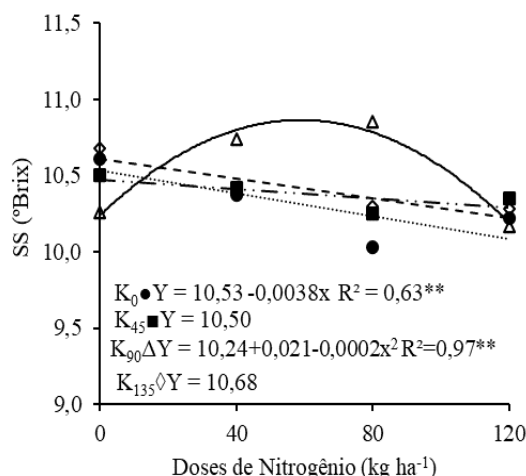


Figura 1. Sólidos solúveis (SS) de cenoura, em função das doses de nitrogênio e potássio.

Os valores de SS obtidos nesse trabalho estão acima dos valores encontrados em várias pesquisas. Alves et al. (2010) observaram variação entre cultivares de 8,63 a 10,05%; Ferreira et al. (2011) obtiveram teor médio de 9,9% e Colombari et al. (2018) encontraram 8,75 °Brix em raiz de cenoura nas doses 114 e 103 kg ha⁻¹ de N.

O teor de sólidos solúveis está diretamente relacionado ao sabor e doçura dos produtos vegetais. Portanto, o elevado °Brix obtido é um resultado positivo na medida em que a doçura é um atributo desejável no aumento da qualidade de cenouras (Baardseth et al., 1995).

Segundo Kleinhenz & Bumgarner (2012) diversos fatores podem influenciar no teor de sólidos solúveis são constatados, entre estes pode-se citar: variedade, maturidade, fisiologia ou metabolismo da cultura, componentes abióticos do ambiente de cultivo como (umidade, fertilidade, luz e temperatura). A seleção de variedades e a maturidade da cultura, o metabolismo e o estado da água tendem a ter impactos diretos e frequentemente significativos e imediatos nos níveis de °Brix dos vegetais. Em contraste, o solo e o estado dos nutrientes da cultura e os níveis de luz e temperatura ambientais parecem ter efeitos mais indiretos e sutis nos valores de ° Brix das culturais.

As doses de potássio apresentaram pouco efeito no teor de SS, provavelmente os teores de potássio no solo e na água de irrigação podem ter interferido nos resultados. Anjiah & Padmaja (2006) encontraram aumento significativo dos sólidos solúveis em cenoura com o aumento das doses de potássio. Segundo Kleinhenz & Bumgarner (2012) há evidências que a nutrição com nitrogênio (N) pode afetar os níveis de °Brix, mas de forma indireta e complexa. Tal fato ocorre porque a disponibilidade de nitrogênio pode interferir na eficiência da

fotossíntese através da qual o açúcar é sintetizado e, portanto, possivelmente alterar os níveis de sólidos solúveis. O excesso de N também pode retardar a maturação e reduzir o teor de açúcares e ácidos.

Comportamento similar foi observado em diversos trabalhos, porém com beterraba açúcareira (ABDEL-MOTAGALLY & ATTIA, 2009; EL-SARAG & MOSELHY, 2013). Segundo os autores as taxas de fertilização de N e K apresentaram efeito altamente significativo na qualidade da hortaliça. Nesse contexto, os autores observaram que a absorção de K foi muito afetada pelo N e na maioria dos casos, enaunto o K foi mais eficaz em níveis mais altos de N.

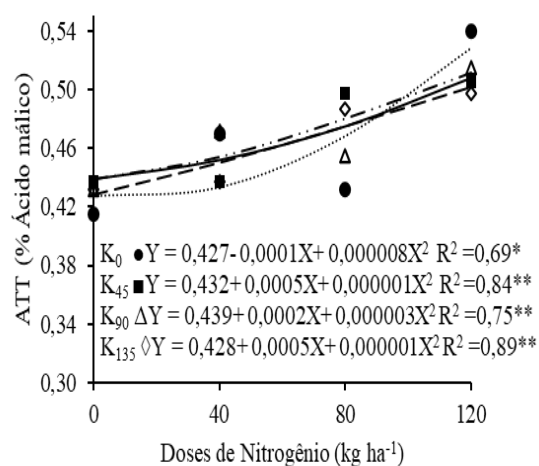
Queiroga et al. (2007) avaliando a influência de doses de nitrogênio em melão observaram que o aumento das doses de N promoveu incremento linear na espessura de mesocarpo, teor de sólidos solúveis e acidez titulável, e decréscimo linear para índice de maturação. Aquino et al. (2006) observaram em beterraba que o teor de sólidos solúveis (°Brix) nas raízes tuberosas apresentou aumento com o incremento das doses de N até a dose de 193 kg ha⁻¹ de N, com °Brix máximo estimado de 10,4, havendo significativa redução a partir dessa dose. Estudos realizados (Tripathi et al., 2017; Soares et al., 2020) em rabanete registraram incremento de SS com o aumento das doses de N, concluindo que os aumentos do fertilizante aumentaram a qualidade do rabanete.

Outro fato a se considerar relevante é a alta incidência solar na região semiárida. Segundo Lacerda, (2014) a alta incidência solar em hortaliças na região melhora a qualidade do produto pelo acréscimo no teor de sólidos solúveis, ocasionado pelo aumento da taxa fotossintética e da absorção de nitrogênio para a síntese das enzimas, conseqüentemente, maior teor de açúcares sintetizados, principalmente a sacarose, influenciando assim, na qualidade das raízes de cenoura.

3.1.2 Acidez total titulável (AT)

As maiores acidez total titulável (AT) no experimento em 2018 foram obtidas na dose máxima de N, independentemente da dose de K. Com 120 kg ha⁻¹ de N, a AT variou de 0,502% (135 kg ha⁻¹ de K₂O) a 0,528% (0 kg ha⁻¹ de K₂O) (Figura 2A). No experimento 2019, os valores de AT foram menores e os máximos estimados foram de 0,349% (sem aplicação de N e K) e 0,347% (90 kg ha⁻¹ de K₂O e 50 kg ha⁻¹ de N) (Figura 2B). Esses valores estão acima do que foi encontrado por Alves et al. (2010) nas cultivares Alvorada, Brasília e Esplanada que apresentaram 0,172; 0,167; e 0,171%, respectivamente.

A



B

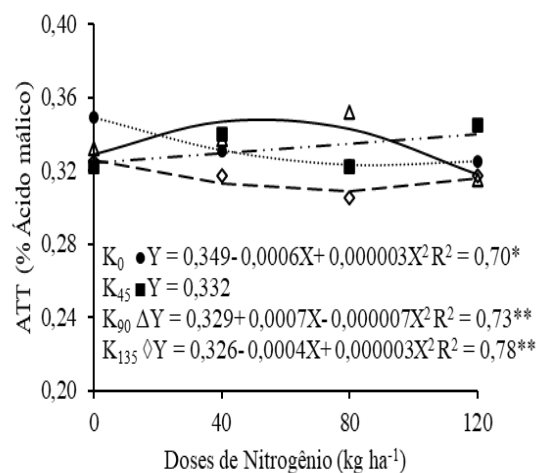


Figura 2. Acidez total titulável (% de ácido málico): de raiz cenoura, em função de doses de nitrogênio e potássio no experimento 2018 (A) e experimento 2019 (B).

De acordo com Hermann, (1997) doses excessivas de N diminuem o crescimento das raízes de reserva, o índice de colheita e favorecem o crescimento da parte vegetativa; além de prolongar o ciclo de cultivo. No presente trabalho observa-se um percentual elevado da acidez total titulável em ambos os experimentos, sendo mais acentuado no experimento 2018 em função das doses crescentes de N. Isso ocorre devido ao aumento na atividade metabólica da planta promovido pelas maiores doses de nitrogênio, que possivelmente retardou a senescência, com reflexos no grau de maturação das raízes, mantendo a AT maior. A acidez é atribuída a presença dos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células na forma livre ou combinados com sais de ésteres (NASSUR, 2009). Segundo Gouveia et al. (2014) em relação a maturação o teor de ácidos orgânicos em poucas exceções diminui devido ao processo respiratório ou de sua conversão em açúcares.

Em pesquisa realizada por Purquerio & Cecílio Filho (2005), por sua vez, mostrou que o incremento na concentração de nitrogênio na solução nutritiva promoveu aumento na acidez titulável dos frutos de melão. Os mesmos autores associaram os resultados a um possível efeito indireto do nitrogênio sobre a senescência da planta atrasando a maturação dos frutos, decorrente das diferentes concentrações de nitrogênio na solução nutritiva. Em estudo com melancia Oliveira et al. (2018) verificaram que a acidez titulável dos frutos aumentou com o incremento das doses de N.

3.1.3 Açúcares solúveis totais (AST)

Para os açúcares solúveis totais (AST) em função das doses de N e K₂O observou-se ajuste ao modelo de regressão quadrático nos dois experimentos. O maior percentual de açúcares solúveis totais (AST) em 2018, conforme figura 3^a, foram na dose estimada de 69,12 kg ha⁻¹ de N, combinada com a dose de 90 kg ha⁻¹ de K₂O, o qual o valor estimado foi de 12,75%. No experimento 2019, como vemos na figura 3B, o maior percentual estimado de AST foi de 10,84% com aplicação da dose de 80 kg ha⁻¹ de N, combinada com a dose 0 kg ha⁻¹ de K₂O (sem aplicação K₂O).

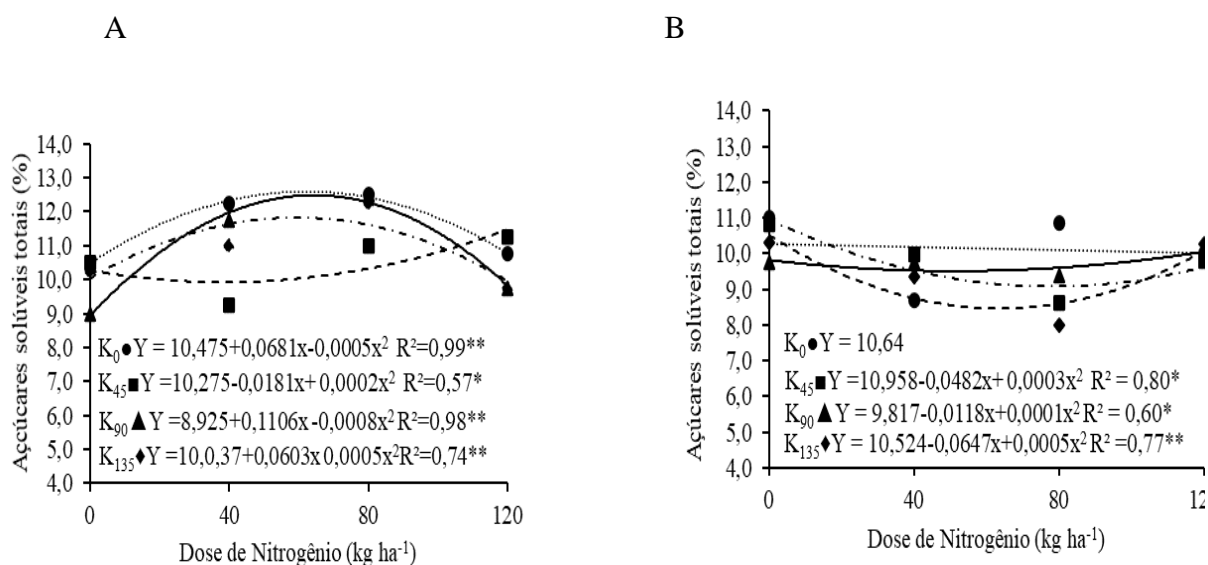


Figura 3. Açúcares solúveis totais (%) de raiz cenoura, em função de doses de nitrogênio e potássio no experimento 20018 (A) e no experimento 2019 (B).

Os valores AST no presente trabalho estão muito acima dos encontrados por Alves et al. (2010) que foi 5,12; 6,32 e 5,62%, respectivamente, para as cultivares Brasília, Alvorada e Esplanada. De acordo com de Lana & Vieira (2000) os teores de açúcares em cultivares do tipo Brasília variam de 4,5 a 12,5%. A obtenção de maiores teores de AST no presente trabalho pode estar relacionado ao híbrido, cuja influência do genótipo na concentração de açúcares que pode ter sido favorecido pelos fatores climáticos e de manejo com adubação. Trabalho realizado por Schaller & Schnitzler (2000) mostrou que os níveis de N tiveram uma forte influência na composição do açúcar. Quanto maior a fertilização com N maiores foram as quantidades de glicose e frutose e menor foi a quantidade de sacarose.

No experimento 2018 os teores de AST foram maiores e atingiram o máximo na dose de 69,12 kg ha⁻¹ de N, seguido de redução, enquanto no experimento 2019 o máximo foi obtido na ausência da aplicação de N, segundo a figura 3B. Esse comportamento está relacionado as

doses crescentes de nitrogênio, que teve efeito positivo no crescimento da parte aérea, ocasionaram maiores investimentos de fotoassimilados na parte aérea do que na raiz reserva acarretando menor acúmulo de fotoassimilados e conseqüentemente menor teor de AST.

O efeito das doses de nitrogênio sobre o acúmulo dos açúcares solúveis totais tem gerado alguns resultados divergentes, dependendo da espécie, da cultivar e do manejo. Smolen & Sady (2009) observaram que a fertilização com nitrogênio no solo e a nutrição foliar influenciaram significativamente as concentrações de açúcares solúveis totais (AST) nas raízes da cenoura. Porém, os teores variaram entre experimentos. No primeiro experimento aumentou as concentrações (AST) com as doses crescentes de N e as combinações das fontes e no segundo e terceiro experimentos, as concentrações de AST foram menores nas doses crescentes de N em relação ao controle (sem nitrogênio).

Trabalho realizado por Ahmed et al. (2014) em cenoura mostrou que a aplicação de nitrogênio afetou significativamente o teor de açúcar solúvel total. Cada aumento sucessivo em o nível de N até o máximo de 150 kg ha⁻¹ de N resultou no aumento significativo na porcentagem do teor de açúcar solúvel de raízes de cenoura. A maior taxa de aumento na porcentagem de solúvel ocorreu quando o nível de N foi elevado de 50 a 100 kg ha⁻¹.

Em pesquisa recente realizada por Braun et al. (2010) em batata observaram que o efeito de doses de N sobre o teor de açúcares solúveis totais (AST) depende da cultivar, sendo que para as cultivares Atlantic e Monalisa não houve efeito de doses de N sobre o teor de AST. O oposto ocorreu para as cultivares Ágata e Asterix. Segundo os autores relatam que o N estar relacionado com o acúmulo de açúcar e amido via efeito na produção de matéria seca e maturação do tubérculo, fatores como genótipo, condições ambientais e práticas culturais adotadas influência no teor de AST. El-sarag & Moselhy (2013) avaliando a fertilização com nitrogênio e potássio em beterraba sacarina encontraram os maiores rendimentos de açúcar bruto (7,622 e 8,936 t ha⁻¹) quando adicionaram as maiores doses de fertilizantes (211 kg de N e 140 kg ha⁻¹ de K₂O). A porcentagem máxima de sacarose (18,64 e 18,87%) foi obtida pela adição de 100 kg de K₂O e 141 kg ha⁻¹ de N.

As doses crescentes de nitrogênio influenciaram nos percentuais de AST, conforme vemos na tabela 5, as quais observam-se que as doses de 40 e 80 kg ha⁻¹ de N combinadas com as doses de K₂O testadas, apresentaram efeito significativo dentro da mesma testada entre experimentos, exceto na dose 40 kg ha⁻¹ de N, combinada com a dose 0 kg ha⁻¹ de K₂O (Tabela 5). Para as doses 0 e 120 kg ha⁻¹ de N combinadas com as doses K₂O não houve efeito significativos dentro da mesma dose testadas entre experimentos.

Os maiores valores de AST (12,50%) foram obtido na dose 80 kg ha⁻¹ de N combinado com as doses 0 e 90 kg ha⁻¹ de K₂O em 2018 (Tabela 5). Em 2019, o maior percentual AST encontrado no tratamento testemunha (0 kg ha⁻¹ de N + 0 kg ha⁻¹ de K₂O) obtendo um valor de AST de 11,01%. Provavelmente, ocorreu o efeito concertação, pois na ausência desses nutrientes pode ter influenciado no crescimento da raiz. As diferenças ocorridas entre as doses nos experimentos pode ser atribuída a dinâmica do nitrogênio e potássio ao ambiente, ao efeito do pH do solo, dos nutrientes do solo e da água de irrigação e das condições edafoclimáticas sobre a disponibilidade desses nutrientes para a planta.

Tabela 5. Açúcares solúveis totais (%) de raiz cenoura, em função de doses de nitrogênio e potássio nos experimentos 20018 e 2019. Mossoró-RN. UFERSA, 2021.

Trat.	Dose de N	Dose de K	Exp.2018	Exp.2019
1	0	0	10,50 a1	11,01 a1
2	0	45	10,50 a1	10,80 a1
3	0	90	9,00 a1	9,74 a1
4	0	135	10,25 a1	10,32 a1
5	40	0	12,25 a2	8,70 a1
6	40	45	9,25 a1	9,99 a1
7	40	90	11,75 a2	9,75 a1
8	40	135	11,00 a2	9,35 a1
9	80	0	12,50 a2	10,84 a1
10	80	45	11,00 a2	8,61 a1
11	80	90	12,50 a2	9,38 a1
12	80	135	12,25 a2	7,99 a1
13	120	0	10,75 a1	10,00 a1
14	120	45	11,25 a1	9,78 a1
15	120	90	9,75 a1	10,13 a1
16	120	135	9,75 a1	10,27 a1

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

Comportamento similar foi observado por Evers (1989b) cujos tratamentos não fertilizados (sem NPK) produziram maior conteúdo de açúcares totais do que os tratamentos fertilizados, em média, sendo observados maiores teores no ano menos favorável. O autor reporta que a produção total de fitomassa foi maior em tratamentos fertilizados e

consequentemente, mais fotossintatos foram usados para produção de fitomassa, deixando menos açúcares para o órgão de armazenamento.

Ali et al. (2003) observaram que o acréscimo das doses de nitrogênio aumentou os teores de açúcares redutores das raízes de cenoura, porém, com aplicação de potássio diminuiu a capacidade de produção de açúcares nas raízes. Segundo os autores os efeitos de interação de nitrogênio e potássio também reduzem os teores de açúcares das raízes, sendo encontrado maiores teores de açúcares (755 mg g^{-1}) no tratamento controle (sem nitrogênio e potássio) e menores teores ($329,3 \text{ mg g}^{-1}$) em plantas no tratamento com a combinação da dose 200 kg ha^{-1} de N, com 250 kg ha^{-1} de K.

3.1.4 Potencial hidrogeniônico (pH) e relação SS/ATT

O pH aumentou com as doses de N no experimento 2019, como podemos constatar através da figura 4A, com máximo de 6,22 na dose de 120 kg ha^{-1} de N, enquanto que em 2018, não houve ajuste significativo de modelo de regressão, com pH médio de 5,92. Os valores de pH de ambos experimentos estão próximos dos encontrados por Alves et al. (2010) nas cultivares Alvorada (5,91), Brasília (5,95) e Esplanada (5,87). Colombari et al. (2018) utilizando aplicação parcelada de nitrogênio obtiveram valor máximo estimado do pH (7,77) na dose de 96 kg ha^{-1} de N.

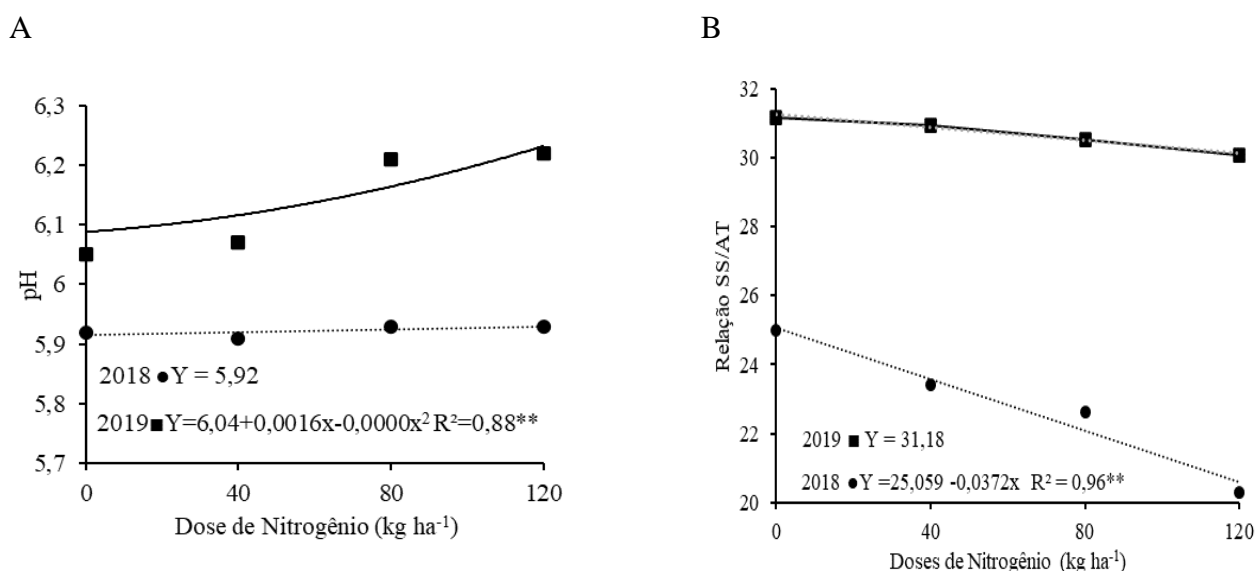


Figura 4. Potencial hidrogeniônico (A) e relação SS/ATT (B) de raiz de cenoura em função de doses de nitrogênio e experimentos.

Segundo Chitarra & Chitarra (2005) a capacidade-tampão de alguns sucos permite que ocorram grandes variações na acidez titulável sem variação apreciáveis no pH. sendo que a faixa de concentrações do ácido é entre 2,5 e 0,5%. O pH aumenta com a redução da acidez, sendo utilizado como indicador dessa variação. O pH de ambos os experimentos está dentro da faixa ideal, 5,7 a 6,8 (Puiatti, 2019).

Tabela 6. Potencial hidrogeniônico (pH) em função doses de nitrogênio e experimentos. Mossoró-RN. UFERSA, 2021.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	pH	
	Experimento 2018	Experimento 2019
0	5,92 b	6,05 a
40	5,90 b	6,07 a
80	5,93 b	6,20 a
120	5,92 b	6,22 a

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

Ao analisar o pH da raiz em função das doses de nitrogênio e experimentos (Tabela 6), nota-se que dentro de cada dose houve diferença significativa entre experimentos, mas não houve diferenças significativas entre as doses testada dentro do mesmo experimento. No experimento de 2018 apresentou-se pH mais ácido devido, principalmente, aos ácidos orgânicos, visto que o experimento 2018 apresentou maior acidez tituláveis. Enquanto no experimento de 2019 foram verificadas as maiores médias de pH, independentemente, da dose de N.

A relação SS/AT foi reduzida à medida que se aumentou as doses de nitrogênio em ambos os experimentos. Na ausência de aplicação de N, a SS/AT estimada foi de 25,065 em 2018 e 31,18 em 2019 (Figura 4B). Essas médias são muito baixas comparadas com as médias encontradas por Colombari et al. (2018) das quais obtiveram médias máximas estimadas de 82,89; 80,13% nas doses 115 e 126 kg ha⁻¹de N. Outros valores foram obtidos por Alves et al., (2010) em relação SS/AT que variaram de 59,85 a 50,15 e 55,70%, respectivamente, para os cultivares Alvorada, Brasília e Esplanada. Figueiredo Neto et al. (2010) relataram valores mais baixos com 30,8; 25,1 e 24,5% avaliando a cultivar Brasília, dos quais estão de acordo com os encontrados no presente trabalho.

Essa redução ocorre devido a um atraso na maturidade apresentando no período de colheita um elevado percentual de sólidos solúveis, e a acidez total, pois a medida que aumentar os teores de sólidos solúveis e diminuir a acidez, aumenta a relação SS/AT.

Segundo Chitarra & Chitarra (2005) a relação sólido solúveis/acidez titulável é uma das formas mais utilizadas para a avaliação do sabor, sendo mais representativas que a medição isolada de açúcares ou de acidez, pois dá uma ideia do equilíbrio dos açúcares e a da acidez. Maiores percentuais da relação SS/AT indicam excelente combinação de açúcar e ácido dando um sabor suave, já os menores percentuais indicam um sabor mais ácido. No presente trabalho indicou cenoura mais ácida. Seljåsen et al. (2013) relatam que fatores relacionados ao clima podem causar uma diferença de 82% para açúcares totais e 30-40% para sabor doce e sabor amargo.

3.1.5 Teor de betacaroteno

No experimento de 2018 o maior teor de betacaroteno na raiz ($8,63 \text{ mg } 100\text{mL}^{-1}$) foi obtido na dose de 90 kg ha^{-1} de K_2O , sem a aplicação de N e mínimo de $1,6 \text{ mg } 100\text{mL}^{-1}$ na dose de 135 kg ha^{-1} de K_2O combinada com 38 kg ha^{-1} de N. Não se ajustou nenhum modelo de regressão para a dose de 45 kg ha^{-1} de K_2O com média de $6,57 \text{ mg } 100\text{mL}^{-1}$, como vemos na figura 5A. No experimento 2019 os valores de betacaroteno foram maiores e a dose de 135 kg ha^{-1} de K_2O sem a aplicação de N favoreceu maior teor ($11,84 \text{ mg } 100\text{mL}^{-1}$). No entanto, a dose de 90 kg ha^{-1} de K_2O combinada com a dose de 120 kg ha^{-1} de N o teor de betacaroteno ficou próximo ($10,31 \text{ mg } 100\text{mL}^{-1}$), como podemos constatar na figura 5B.

O maior acúmulo de carotenoides ter ocorrido na dose 0 kg ha^{-1} de N se deve ao efeito da concentração, visto que na dose 0 kg ha^{-1} de N as raízes apresentaram menores tamanhos e diâmetros. As doses maiores de potássio possibilitaram maior transporte dos fotossintatos das folhas para a raiz. Em relação as concentrações serem menores com o aumento das doses de N estão relacionadas ao efeito da diluição pelo crescimento da raiz. Silva & Vieira (2010) comentam que os carotenoides são produzidos até determinada fase de desenvolvimento das raízes, enquanto a massa da matéria seca continua sendo acumulada no período em que as folhas produzem fotossíntese e em razão da acumulação de massa e volume total ser maior nas raízes mais grossas, de forma que os carotenoides estariam diluídos por toda a raiz. Outra possível explicação é o efeito do crescimento vegetativo (parte aérea), com aumento das doses crescente de N, havendo assim menor investimento em fotossintatos nas raízes.

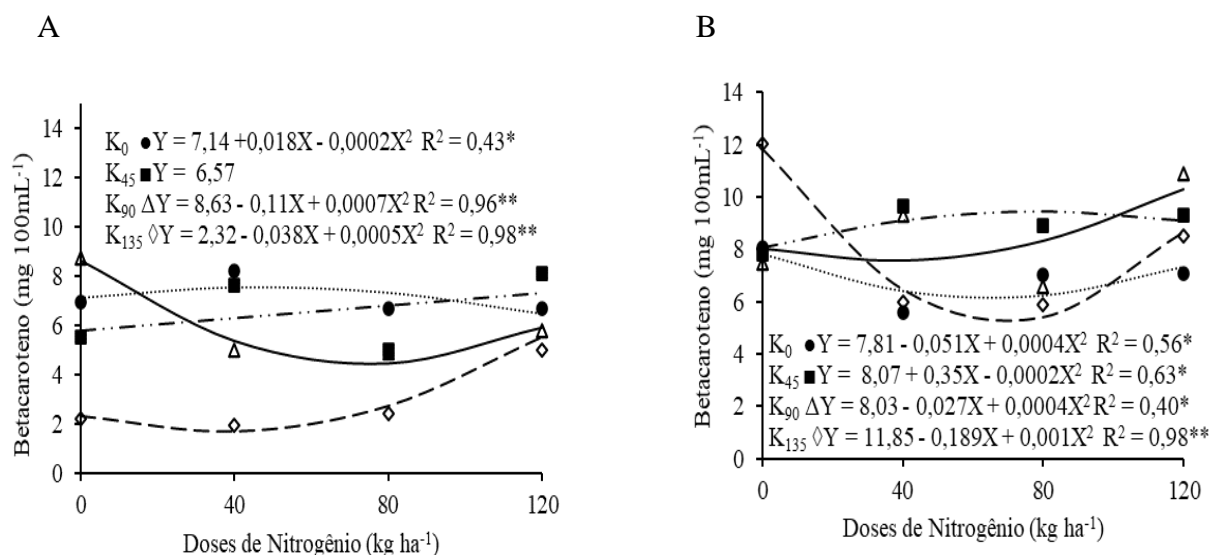


Figura 5. Beta carotenode cenoura, em função de doses de nitrogênio e potássio no experimento 2018 (A) e experimento 2019 (B).

Os valores médios de betacaroteno encontrados nesse trabalho estão muito acima dos relatados por Gajewsk et al. (2010) cujos maiores teores de betacaroteno foram registrados nas raízes das cultivares ‘Karotan’ (4,55 mg 100 g⁻¹) e ‘HY 7842’ (4,50 mg 100 g⁻¹) para as doses 30 + 30 e 120 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. Subba et al. (2016) obteve maior teor de caroteno (4,56 mg 100g⁻¹) na cultivar New Kuroda, com aplicação de 80:50:75 kg ha⁻¹ de NPK + 15 kg ha⁻¹ boro. Colombari et al. (2018) obtiveram valores máximos estimados de carotenóides, utilizando dois tipos de parcelamentos. Onde, os valores foram 804,09 e 792,24 µg g g polpa⁻¹, nos parcelamentos (1/3 + 1/3 + 1/3 e 1/6 + 2/6 + 3/6) respectivamente, aplicando-se as doses de 79 e 80 kg ha⁻¹ de N.

Estudo realizado por Hochmuth et al. (1999), utilizando doses de nitrogênio de 0 a 220 kg ha⁻¹ obtiveram maior teor de β-caroteno (de 55 mg kg⁻¹ peso fresco) com aplicação de 160 kg ha⁻¹ de N. Ali et al. (2003) obtiveram um teor máximo de caroteno de 33,43 µg g⁻¹ no tratamento de 200 kg ha⁻¹ de N com 250 kg ha⁻¹ de K₂O. Enquanto Evers (1989b) encontrou valores de 6,2 a 7,0 mg/100g de caroteno com fertilizantes mineral em comparação com orgânico. As doses aplicadas, o tipo de solos e o manejo podem apresentar respostas diferentes Rahman et al. (2018) avaliando aplicação de composto orgânico e inorgânico juntos, encontraram teor máximo de betacaroteno (9,87 mg 100⁻¹) com aplicação de 5 t ha⁻¹ de esterco de vaca + 163,04 kg ha⁻¹ de ureia + 46,87 kg ha⁻¹ Superfosfato triplo + 100 kg ha⁻¹ muriato de potássio em cobertura morta.

As variações ocorridas nesse trabalho em relação aos teores de betacaroteno em função das doses de N entre experimentos podem estar relacionadas com a dinâmicas do nitrogênio no ambiente, interação nutriente-solo-planta e da influência do clima. De acordo com Seljåsen et al. (2013) fatores relacionados ao clima podem causar uma diferença de 30-40% para β -caroteno. O potássio apresentou pouca resposta nos teores de betacaroteno. Porém, as doses maiores de K_2O quando combinadas com as maiores doses de N, apresentaram um aumento nos teores de betacarotenos. Possivelmente, a baixa resposta do K_2O está relacionada aos teores de K_2O no solo e água de irrigação.

Segundo Kowalski et al. (2013) o β -caroteno é o principal pigmento da cenoura, a cor é o indicador de qualidade mais frequentemente observado pelos consumidores, e o conteúdo deste corante tem uma influência significativa na qualidade do produto, não apenas por causa da cor atraente, mas também pelas propriedades de valioso valor biológico como as atividades antioxidantes.

3.1.6 Porcentagem de miolo branco na raiz

O percentual de miolo branco (PMB) em função das doses de nitrogênio, em cada dose de potássio ajustou-se ao modelo quadrático de regressão. O maior percentual foi verificado na dose de 135 kg ha^{-1} de K_2O sem adubação com N (52,44%) e o mínimo de 31,4% na ausência da aplicação de N e K (Figura 6). Observa-se que as doses crescentes de N apresentaram menor influência no (PMB), sendo que a combinação da dose de 80 kg ha^{-1} de N com as doses de K_2O apresentou menor incidência 45%. Nota-se que as maiores doses de potássio apresentaram maior influência no PMB, sendo que as doses de 90 e 135 kg ha^{-1} de K_2O combinada com 120 kg ha^{-1} de N registraram um aumento do PMB com 50 e 51% respectivamente.

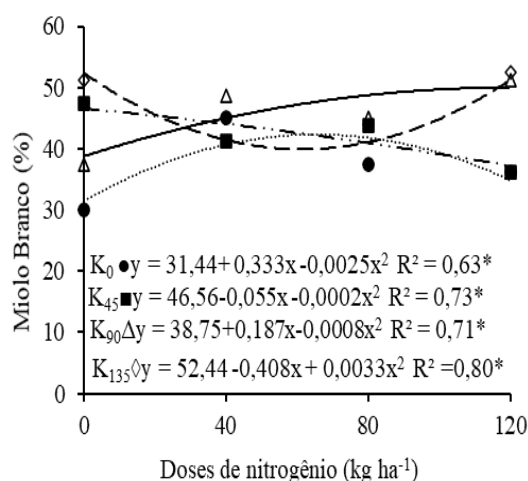


Figura 6. Porcentagem de raízes com “miolo branco” de cenoura, em função de doses de nitrogênio e potássio.

O miolo branco é um distúrbio fisiológico que se inicia como um halo esbranquiçado em torno do feixe vascular e evolui para uma completa descoloração do feixe vascular que acomete os vasos do xilema das raízes da cenoura (GOMES, 2019). As raízes de cenouras com esse distúrbio têm baixa aceitação no mercado (FILGUEIRA, 2012). Em relação a esse distúrbio fisiológico há pouco estudo e alguns autores relatam que os fatores genéticos e as condições edafoclimáticas são os que mais favorecem o distúrbio.

No presente trabalho a maior incidência de miolo branco estar ligada as doses crescentes de N e K, podendo atribuir essa incidência a um efeito indireto, devido ao alto suprimento de nitrogênio e potássio, que pode ter afetado a produção da fotossíntese, a disponibilidade e o transporte dos fotoassimilados da parte aérea para a raiz. Trabalhos realizados por (PEREIRA, 2002; SILVA & VIEIRA, 2010) comprovam que raízes mais grossas de cenoura aumentaram a incidência de miolo branco. Os autores atribuíram a uma correlação entre o parâmetro de cor do xilema e do floema com diâmetro de raiz, indicando que raízes mais grossas e com mais miolo branco (câmbio) são mais claras, portanto com menor concentração de β -caroteno causada pelo efeito da diluição. Além disso, a temperatura elevada da região favorece a incidência de MB.

Gomes et al. (2020) avaliando cultivares de cenoura na região de Mossoró verificaram que a cultivar Amanda apresentou maior incidência de miolo branco nas épocas mais quentes. Ali et al. (2003) afirmam que o rendimento de raízes com alta qualidade não depende apenas das características das cultivares, mas das condições edafoclimáticas, das quantidades de fertilizantes, da data de aplicação e das formas de fertilizantes minerais usados.

4 CONCLUSÕES

As doses de nitrogênio e época de cultivo influenciaram os teores de sólidos solúveis, a acidez titulável e a relação SS/AT, enquanto as doses de nitrogênio, potássio e épocas de cultivo teve efeito no percentual de açúcares solúveis totais e no teor de β -caroteno indicando que as condições edafoclimáticas interferem na qualidade comercial das raízes de cenoura.

A dose de 80 kg ha⁻¹ de N, combinada com a dose de 90 kg ha⁻¹ de K₂O, proporcionou o máximo teor de sólidos solúveis.

As doses mais elevadas de nitrogênio e potássio induziram a formação de raízes com miolo branco reduzindo a sua qualidade comercial.

REFERÊNCIAS

ABDEL-MOTAGALLY, F. M. F & ATTIA, K. K. Response of Sugar Beet Plants to Nitrogen and Potassium Fertilization in Sandy Calcareous Soil. *International journal of agriculture & biology*, v.11, p.695-700, 2009. Disponível em: ISSN Online: 1814–9596.

AHMED, A.; SAMBO, B. E.; ODION, E. C. AND ARUNAH, U. L. Response of Farmyard Manure and Inorganic Fertilizers for Sustainable Yield of Carrot (*Daucus carota* L.) in Northern Nigeria. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, v.7, n.2, Ver. II Mar-Apr. p. 26-33, 2014. Disponível em:e-ISSN: 2319-2380.

ALASALVAR, C.; GRIGOR, J. M.; ZHANG, D. L.; QUANTICK, P. C. AND SHAHIDI, F. Comparison of volatiles, phenolics, sugars, antioxidant vitamins, and sensory quality of different colored carrot varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.49, n.3, p.1410–1416, 2001. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.1021/jf000595h>.

ALI, MD. D. A.; HOSSAIN, M. A.; MONDAL, M. D. F. AND FAROOQUE, A. M. Effect of nitrogen and potassium on yield and quality of carrot. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, v.6, p.1574-1577, 2003. Disponível em: DOI: 10.3923/pjbs.2003.1574.1577.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. FAO, 56, p. 300, 2006.

ALVES, S. S. V.; NEGREIROS, M. Z.; AROUCHA, E. M. M.; LOPES, W. A. R.; TEÓFILO, T. M. S.; FREITAS, F. C. L.; NUNES, G. H. S. Qualidade de cenouras em diferentes densidades populacionais. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 57, n. 2, p. 218-223, abr. 2010. Disponível em:<https://doi.org/10.1590/S0034-737X2010000200013>.

ANJIAH, T. & PADMAJA, G. Effect of potassium and farm yard manure on yield and quality of carrot. *Journal of Research ANGRAU*, v.34, n.2, p.91-93, 2006.

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

ARSCOTT, S. A. & TANUMIHARDJO, S. A. Carrots of many colors provide basic nutrition and bioavailable phytochemicals acting as a functional food. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. Institute of Food Technologists, v.9, p.223-239, 2010. Disponível em:<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1541-4337.2009.00103.x>.

BAARDSETH, P.; ROSENFELD, H. J.; SUNDT, T. W.; SKREDE, G.; LEA, P.; SLINDE, E. Evaluation of carrot varieties for production of deep fried carrot chips- II. Sensory aspects. *Food research International*, v.28, n.6, p.513-519, 1995. Disponível em: DOI: 10.1016/0963-9969(95)00036-4.

BRAUN, H.; FONTES, P. C. R.; FINGER, F. L.; BUSATO, C.; CECON, P. R. Carbohydrates and dry matter in tubers of potato cultivars as affected by nitrogen doses. *Ciência e agrotecnologia*, Lavras, v. 34, n.2, p. 285-293, mar./abr., 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000200003>.

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

COLOMBARI, L. F.; LANNA, N. B. L.; GUIMARÃES, L. R. P.; CARDOSO, A. I. I. Production and quality of carrot in function of split application of nitrogen doses in top dressing. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.36, n.3, July-Sep., 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0102-053620180304>.

EL-SARAG, E. I. & MOSELHY, S. H. Response of sugar beet quantity and quality to nitrogen and potassium fertilization under sandy soils conditions. *Asian Journal of Crop Science*, v.5, p.295-303, 2013. Disponível em: DOI: 10.3923/ajcs.2013.295.303.

EL-TOHAMY, W. A.; EL-ABAGY, H. M.; BADR, M. A.; ABOU-HUSSEIN, S. D. & HELMY, Y. I. The influence of foliar application of potassium on yield and quality of carrot (*Daucus carota* L.) plants grown under sandy soil conditions. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, v.5, p.171-1741, 2011. Disponível em: [links/5c34750292851c22a363a061](https://doi.org/10.1590/s0102-053620180304).

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. SANTOS, H. G. et al. 5. ed. Brasília, DF, 2018. Disponível em: ISBN-9788570358004.

EVERS, A. M. Effects of different fertilization practices on the carotene content of carrot. *Journal of Agricultural Science in Finland*, v.61, p.7-14, 1989b. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.23986/afsci.72347>.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.

FERREIRA, R. M. DE A.; AROUCHA, E. M. M.; MESQUITA, H. C. DE; FREITAS, F. C. L. DE; NUNES, G. H. DE S. Qualidade pós-colheita de cenoura durante o desenvolvimento

em monocultivo e consorciada com rabanete. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, n.2, p. 423-428, abr-jun, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902011000200023>.

FIGUEIREDO NETO, A.; OLIVEIRA, S. B.; LIMA, M. S.; AMORIM, M. R.; FIGUEIREDO, R. M. C. Efeito do composto orgânico nas características físico-químicas de cenoura “Brasília”. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.12, n.1, p. 61-66, 2010. Disponível em: DOI:10.15871/1517-8595/rbpa.v12n1p61-66.

FILGUEIRA, F. A. dos R. *Novo manual de olericultura: Agro tecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV, 3ª Ed., 2012. 421 p.

GAJEWSKI, M.; WEGLARZ, Z.; SEREDA, A.; BAJER, M.; KUCZKOWSK, A.; MAJEWSKI, M. Carotenoid accumulation by carrot storage roots in relation to nitrogen fertilization level. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, v.38, n.1, p.71-75, 2010. Disponível em: DOI:10.15835/nbha3813535.

GOMES, V. E. DE V. Desempenho agronômico de cultivares de cenoura em função da época de plantio. 2019. 56f. Dissertação. (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-árido (Ufersa), Mossoró, 2019.

GOMES, V. E. DE V.; FERREIRA, N. M.; GRANGEIRO, L. C.; LACERDA, R. R. DE A. ALMEIDA, A. F. DE; COSTA, J. P. N. DA. Effect of planting date on postharvest quality of roots of different carrot cultivars grown in the Brazilian semiarid region. *Revista Ceres*, v.67, n.5, Viçosa, Set./Oct. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-737x202067050003>.

GOUVEIA, A. M. DE S.; CORREIA, C. V.; TAVARES, A. E.; EVANGELISTA, R. M.; CARDOSO, A. I. I. Qualidade de raízes de batata-doce em função da adubação. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, Botucatu, v. 10, nº 1, p. 57-64, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/140976>>.aceso em 11/04/2021.

HERMANN, M. Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). In: HERMANN, M.; HELLER, J. (Ed.). *Andean root and tubers: ahupa, Arracacha, maca y yacon*. Rome: IPGRI, 1997. p. 75-172. Disponível em: ISBN 92-9043-351-5.

HOCHMUTH, G. J.; BRECHT, J. K.; BASSET, M. J. Nitrogen fertilization to maximize carrot yield and quality on a sandy soil. *American Society for Horticultural Science*, v.34, n.4, p.641-645, 1999. Disponível em: DOI:10.21273/HORTSCI.34.4.641.

IAL- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo - Brasil). Métodos físico-químicos para análise de alimentos: normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 4ªed. 1ª Edição Digital. 1020p. São Paulo (SP). 2008.

JESUS, P. M. M. de. Produção e eficiência nutricional de cultivares de cenoura sob adubação fosfatada. 2018. 48 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade federal rural do Semi-árido, Mossoró (RN).

KLEINHENZ, D. M. & BUMGARNER, N. R. Using °brix an indecator of vegetable quality: Linking Measured Values to Crop Management. Agriculture and Natural Resources. The Ohio State University Extension, p.4, 2012. Disponível em:<<https://ohioline.osu.edu/factsheet/HYG-1651>>acessado em 10 de nov.2020.

KOWALSKI, S. J.; SZADZINSKA, J.; ŁECHTANSKA, J. Non-stationary drying of carrot: Effect on product quality. journal of food engineering, v.118 p.393–399, 2013. Disponível em: DOI:10.1016/j.jfoodeng.2013.04.028.

LACERDA, Y. E. R. Produção e qualidade de cenouras e de beterrabas com aplicação de fertilizantes orgânicos. 2014. 62f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande, 2014.

LANA, M. M & VIEIRA, J. V. Fisiologia e manuseio pós-colheita de cenoura Brasília, EMBRAPA - Hortaliças. 2000. Disponível em:<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/768857/fisiologia-e-manuseio-pos-colheita-de-cenoura>.

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

NASSUR, R. C. M. R. Qualidade pós-colheita de tomate italiano produzido em sistema orgânico. 2009, 127f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Potássio. In: ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A. DE; SANTOS, F. C. dos. (eds.). Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, 2007. Cap.9, p.492-589.

OLIVEIRA, R. F. DE; SILVA, E. S. DA; CARMO, I. L. G. DA S.; MONTEIRO NETO, J. L. L.; MEDEIROS, R. D. DE; RODRIGUEZ, C. A. Covering plants and nitrogen rates in the

cultivation of watermelon in the savannah of Roraima, Brazil. *Scientia Agropecuaria*, v.9, n.4, p. 477–484, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.04.02>.

PEREIRA, A. S. Teores de carotenóides totais em cenoura (*Daucus carota L.*) e sua relação com a coloração das raízes. 2002, 128p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

PUIATTI, MARIO, 1954- 2019 a arte de cultivar hortaliças / mario puiatti. -- viçosa, MG:, Editora cead UFV, 2019.p.183. Disponível em: <https://www2.cead.ufv.br/serieconhecimento/wp-content/uploads/2020/03/Olericultura-impressao.pdf>.

PURQUERIO, L. F. V. & CECÍLIO FILHO, A. B. Concentração de nitrogênio na solução nutritiva e número de frutos sobre a qualidade de frutos de melão. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.3, p.831-836, jul-set 2005. Disponível em: ISSN 0102-0536 On-line.

QUEIROGA, R. C. F DE; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; FINGER, F. L. Influência de doses de nitrogênio na produtividade e qualidade do melão *Cantalupensis* sob ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, v.25, n.4, Brasília, oct./dec. 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362007000400011>.

RAHMAN, M. D. A.; ISLAM, M. D. T.; MAMUN, M. A. AL; RAHMAN, M. S. AND ASHRAF, M. S. Yield and quality performance of carrot under different organic and inorganic nutrient sources with mulching options. *Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research*, v.1, n. 4, p.1-8, 2018. Disponível em: DOI: 10.9734/AJAHR/2018/42412.

SCHALLER, ROBERT G. & SCHNITZLER, WILFRIED H. Nitrogen nutrition and flavour compounds of carrots (*Daucus carota L.*) cultivated in Mitscherlich pots. *Journal of the Science of Food and agriculture*, v.80, p.49-56, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(20000101\)80:1<49::AID-JSFA498>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(20000101)80:1<49::AID-JSFA498>3.0.CO;2-9).

SELJÅSEN, R.; KRISTENSEN, H. L.; LAURIDSEN, C.; WYSS, G. S.; U.; KRETZSCHMAR, BIRLOUEZ-ARAGONE, I. AND KAHL, J. Quality of carrots as affected by pre and postharvest factors and processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.93, n.11, p.2611-2626. 2013. Disponível em: DOI 10.1002/jsfa.6189.

SILVA, G. O. DA & VIEIRA, J. V. Relações entre caracteres de cenoura para sistemas de cultivos orgânico e convencional. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 57, n.5, p. 665-672, set/out, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2010000500016>.

SMOLEN, SYLWESTER & SADY, WŁODZIMIERZ. The effect of various nitrogen fertilization and foliar nutrition regimes on the concentrations of nitrates, ammonium ions, dry matter and N-total in carrot (*Daucus carota* L.) roots. *Scientia Horticulturae*, v.119, p.219-231, 2009. Disponivel em: DOI:10.1016/j.scienta.2008.07.030.

SOARES, P. P. S.; MESQUITA, N. L. S.; ALMEIDA, J. R.; COUTRIM, R. L.; CAIRO, P. A. R.; SILVA, L. D. Growth, root quality and nitrate reductase activity in radish plants submitted to potassium doses and nitrogen sources. *Scientia Plena*, v. 16, n. 6, 2020. Disponivel em: doi: 10.14808/sci.plena.2020.060205.

SOUTHGATE, D. A. T. Determination of food carbohydrates. London, Elsevier Applied Science. 1991.

SUBBA, S. K.; YAMBEM, P.; ASHA, R. K.; DAS, ASSIM; CHATTOPADHYAY, S. B. AND CHOUD, P. Effects of potassium and boron on quality parameters of carrot (*daucus carota* L.). *An International Quarterly Journal of Environmental Sciences*, Special issue, v.IX, p.487-490, 2016. Disponivel em: ISSN: 0974 – 0376.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TRIPATHI, A. K.; RAM, R. B.; ROUT, S.; KUMAR, A. AND PATRA, S. S. Studies on the effect of nitrogen levels and spacing on quality traits of radish (*Raphanus sativus* L.) cv. Kashi Sweta. *International Journal of Chemical Studie*, v.5, n.6 p.537-540, 2017. Disponivel em: P-ISSN: 2349–8528.

VANOMARK, G. M. M. DE S.; SOBRINHO, J. E.; BEZERRA, J. R. C.; SANTOS, C. A. C. DOS; AZEVEDO, P. V. DE; SILVA, S. T. A. DA; BEZERRA, B. G. Energy balance partitioning and Evapotranspiration from irrigated Muskmelon Under Semi-Arid Conditions. *Bragantia*, Campinas, v.77, n. 1, p.168-180, 2018. Disponivel em: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.2016453>.

VINHA, A. F.; ALVE, R. C.; BARREIRA, S. V. P.; CASTRO, A.; COSTA, A. S. G. M.; OLIVEIRA, B. P. P. Effect of peel and seed removal on the nutritional value and antioxidant activity of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) fruits. *LWT-Food Science and Technology*, v.55, p. 197-202, 2014. Disponivel em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.07.016>.

WIERZBOWSKA, J.; AMBROZIAK, B. C.; SOBIERAJ, M. G.; SIENKIEWICZ, S. Yield and mineral content of edible carrot depending on cultivation and plant protection methods.

Acta Scientiarum Polonorum - Hortorum Cultus, v.16 n.2, p.75-86, 2017. Disponivel em:
ISSN: 1644-0692.

WSZELACZYŃSKA, E; SZCZEPANEK, M; POBEREŻNY, J; KAZULA, M. J. Effect of biostimulant application and long-term storage on the nutritional value of carrot. Horticultura Brasileira, v.37. p.451-457, 2019. Disponivel em: DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620190414>.