

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

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA PRODUÇÃO E QUALIDADE PÓS-
COLHEITA DO RABANETE**

ALINE MENDES DE SOUSA GOUVEIA

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

BOTUCATU-SP

Fevereiro 2016

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

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA PRODUÇÃO E QUALIDADE PÓS-
COLHEITA DO RABANETE**

ALINE MENDES DE SOUSA GOUVEIA

Orientadora: Prof^a Dr^a Regina Marta Evangelista

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

BOTUCATU-SP

Fevereiro 2016

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

Gouveia, Aline Mendes de Sousa, 1985-
G719a Adubação potássica na produção e qualidade pós-colheita
do rabanete / Aline Mendes de Sousa Gouveia. - Botucatu :
[s.n.], 2016
xii, 76 f. : grafs. color., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2016
Orientador: Regina Marta Evangelista
Inclui bibliografia

1. Rabanete - Adubação. 2. Adubação organomineral. 3.
Rabanete - Pós-colheita. 4. Bioquímica. I. Evangelista,
Regina Marta. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências
Agrônômicas. III. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

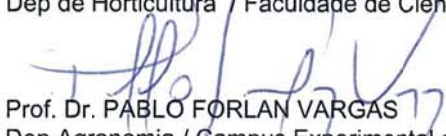
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA PRODUÇÃO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO RABANETE.

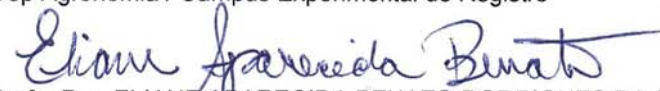
AUTORA: ALINE MENDES DE SOUSA GOUVEIA

ORIENTADORA: REGINA MARTA EVANGELISTA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dra. REGINA MARTA EVANGELISTA
Dep de Horticultura / Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP


Prof. Dr. PABLO FORLAN VARGAS
Dep Agronomia / Campus Experimental de Registro


Profa. Dra. ELIANE APARECIDA BENATO RODRIGUES DA SILVA
Instituto Biológico / Campinas/SP

Botucatu, 25 de fevereiro de 2016

DEDICO

Deus me olhou e decidiu realizar mais um sonho meu. Sinto como se Deus me sussurrasse:

...“ filha, você lutou tanto por isso, que chegou a hora de Eu te presentear, quero te ver sorrir, esse momento é seu”. E eu só tenho a agradecer e dedicar todo esse trabalho a Ele!

OFEREÇO

À minha joia rara Divina Nogueira.

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Primeiro lugar a Deus, pelo dom da vida, pela saúde, pela sabedoria e conhecimento, me dando força e paciência para concluir mais uma etapa da minha carreira profissional.

À toda minha família, principalmente a minha mãe Ivete Mendes, meu tio-pai Ivan Mendes, minhas avós Divina Nogueira (materna) e Eurípedes Maria Gouveia (paterna) e as minhas tias Noêmia Nogueira e Aparecida Nogueira, pelo amor incondicional, compreensão, paciência, ensinamentos, e muita dedicação em suas orações para que Deus iluminasse e protegesse meu caminho.

À Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (Horticultura), pela oportunidade de execução do mestrado.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À minha orientadora Prof^a. Dr^a Regina Marta Evangelista, pelos ensinamentos, aprendizado, paciência, e compreensão nos momentos mais difíceis da árdua jornada de trabalho. Obrigada pelo carinho e acolhimento, e por transmitir seu conhecimento e sabedoria, que contribuirão para o meu crescimento pessoal e profissional.

Ao professor Antonio Ismael I. Cardoso, pela “co-orientação”, atenção, paciência, ensinamentos e, principalmente, por ser um exemplo profissional.

Ao professor Dirceu M. Fernandes, pela atenção, ensinamentos e por agregar conhecimento a este trabalho.

Aos professores do curso de Pós-graduação em Horticultura (Sarita, Marco, Filipe, Lin e Rogério) pela prestatividade, ensinamentos e principalmente por ceder/doar seus equipamentos e recursos para o andamento das pesquisas.

Aos técnicos de laboratório, Márcia e Edson, e aos funcionários do departamento Beth e Acir, pelos ensinamentos, aprendizado, paciência e pelos apelidos carinhosos.

Aos colegas de pós-graduação da Horticultura (Ana Emília, Natália, Sofia, Marlon, Jackson, Ana Paula Paiva, Bruna, Adilson, Francisco, Ana Carolina, Marcelo, Lucas, Stefani, José Rodrigo, Joyce, Rafael Bibiano, Joara, Ana Paula Marques, Dayane, Kelly, Bruno Leite, Fernando, Luciana, Veridiana e Bruno (Bubu)), e aos estagiários da Agronomia (Mayra, Lounan, Lucas, Eduardo, Luigi e Linan) e da Nutrição (Larissa e Olívia) por todo apoio no decorrer desses dois anos intensos de mestrado.

Aos funcionários do departamento de Solos e Ciências Ambientais, Biblioteca, Pós-graduação, Transportes e da Fazenda Experimental São Manuel, pela dedicação e ajuda (mão-amiga) nas horas de mais aperto no trabalho.

À empresa Bejo, pela doação das sementes utilizadas neste experimento.

À minha amiga e colega de trabalho Carla Verônica, que se tornou uma irmã de coração. Sem você esse trabalho não seria realizado com tamanha eficiência e determinação! Obrigada por me ajudar em tudo, nas horas boas e ruins, e pela companhia de carreira acadêmica que você se tornou para mim. Esse foi só o primeiro projeto juntas, tenho a certeza que muitos outros virão, como já temos alguns em andamentos, mas que continuarão à vir.

À minha amiga Rita Camila por me aguentar nas horas e momentos mais loucos e insanos dessa minha vida de pós-graduando. Obrigada, pelos inúmeros conselhos, e por dividir momentos de alegria, dificuldade, estresse, que depois acabaram em muitas risadas e crescimento pessoal e profissional. Obrigada por me acolher nessa cidade tão...bacana, hahaha!! Prometo que darei uma chance a Botuca!

Aos membros da banca examinadora, que aceitaram contribuir com este trabalho.

À todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho e conclusão dessa fase da minha carreira profissional.

Obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABELAS	XII
RESUMO	1
SUMMARY	3
1 INTRODUÇÃO.....	5
2 REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1 Aspectos gerais da cultura	7
2.2 Nutrição e adubação potássica.....	8
2.3 Qualidade pós-colheita	11
2.4 Atividade antioxidante	15
2.5 Atividade enzimática	17
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Localização e caracterização da área experimental	19
3.2 Caracterização do solo	20
3.3 Adubação de plantio	21
3.4 Tratamentos e delineamento experimental	21
3.5 Características avaliadas	22
3.5.1 Características de produção	22
3.5.2 Análise química das plantas.....	23
3.5.3 Avaliação das características físico-químicas e bioquímicas das raízes.....	24
3.5.3.1 Perda de massa	24
3.5.3.2 Potencial hidrogeniônico (pH)	25
3.5.3.3 Acidez titulável (AT).....	25
3.5.3.4 Sólidos solúveis (SS).....	25
3.5.3.5 Açúcares redutores (AR).....	25
3.5.3.6. Determinação de ácido ascórbico (Vitamina C).....	26
3.5.3.7 Compostos fenólicos	26
3.5.3.8 Pigmentos	27
3.5.3.8.1 Carotenoides e antocianinas totais.....	27

3.5.3.9 Atividade enzimática.....	27
3.5.3.9.1 Enzima peroxidase (POD).....	27
3.6 Análise estatística	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 Características de produção da planta.....	29
4.2 Acúmulo de macronutrientes na raiz	36
4.3 Características físico-químicas e bioquímicas das raízes	39
5. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	60
6. CONCLUSÃO.....	61
7. REFERÊNCIAS	62
APÊNDICE	75
Resumo da análise de variância.....	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Valores das temperaturas máximas, médias e mínimas e volume pluviométrico do período de 12 de maio a 16 de junho de 2014, referente ao município de São Manuel, SP. FCA/UNESP, 2016.....	20
Figura 2. Altura de plantas (cm) de rabanete ‘Rafina F1’ em função das doses de K ₂ O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.	30
Figura 3. Massa da matéria fresca da parte aérea, raiz e total das plantas de rabanete ‘Rafina F1’ em função das doses de K ₂ O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.....	32
Figura 4. Porcentagem de raízes não comerciais do rabanete ‘Rafina F1’ em função das doses de K ₂ O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.	34
Figura 5. Porcentagem de raízes comerciais de rabanete ‘Rafina F1’ em função das doses de K ₂ O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.	34
Figura 6. Produtividade do rabanete ‘Rafina F1’ em função das doses de K ₂ O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.	35
Figura 7. Acúmulo de nitrogênio na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função das doses de K ₂ O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.....	37
Figura 8. Acúmulo de potássio na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função das doses de K ₂ O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.....	38
Figura 9. Acúmulo de magnésio na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função das doses de K ₂ O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.....	38
Figura 10. Perda de massa da raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função da adubação potássica em cobertura, armazenado por 28 dias a temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %. FCA/UNESP, 2016.....	40

- Figura 11. Perda de massa da raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função do período de armazenamento a temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %, nas diferentes doses de K_2O aplicados em cobertura. FCA/UNESP, 2016. 41
- Figura 12. pH da raiz do rabanete ‘Rafina F1’ nas diferentes doses de K_2O aplicados em cobertura, armazenados por 28 dias a temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %. FCA/UNESP, 2016. 43
- Figura 13. pH da raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função do período de armazenamento a temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %, nas diferentes doses de K_2O aplicados em cobertura. FCA/UNESP, 2016. 44
- Figura 14. Acidez titulável (mg ácido málico $100g^{-1}$) da raiz do rabanete ‘Rafina F1’ nas diferentes doses de K_2O aplicado em cobertura, armazenados por 28 dias a temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %. FCA/UNESP, 2016. 45
- Figura 15. Acidez titulável (mg ácido málico $100 g^{-1}$) da raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função do período de armazenamento a temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %, nas diferentes doses de K_2O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016. 45
- Figura 16. Teor de ácido ascórbico (mg $100g^{-1}$) na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ nas diferentes doses de K_2O aplicado em cobertura, armazenados por 28 dias a temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %. FCA/UNESP, 2016. 46
- Figura 17. Teor de ácido ascórbico (mg $100g^{-1}$) da raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função do período de armazenamento à temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %, nas diferentes doses de K_2O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016. 47
- Figura 18. Teores de sólidos solúveis (°Brix) na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ nas diferentes doses de K_2O aplicado em cobertura, armazenados por 28 dias a temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %. FCA/UNESP, 2016. 48
- Figura 19. Teores de sólidos solúveis (°Brix) na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função do período de armazenamento à temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %, nas diferentes doses de K_2O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016. 49

Figura 20. Açúcares Redutores (%) na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ nas diferentes doses de K ₂ O aplicado em cobertura, armazenados por 28 dias à temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %. FCA/UNESP, 2016.....	50
Figura 21. Açúcares Redutores (%) na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função do período de armazenamento à temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %, nas diferentes doses de K ₂ O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.....	52
Figura 22. Carotenoides totais ($\mu\text{g g}^{-1}$) na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ nas diferentes doses de K ₂ O aplicado em cobertura, armazenado por 28 dias a temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %. FCA/UNESP, 2016.	52
Figura 23. Carotenoides totais ($\mu\text{g g}^{-1}$) na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função do período de armazenamento à temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %, nas diferentes doses de K ₂ O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.	53
Figura 24. Antocianinas totais ($\mu\text{g g}^{-1}$) na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ nas diferentes doses de K ₂ O aplicados em cobertura, armazenados por 28 dias a temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %. FCA/UNESP, 2016.	54
Figura 25. Antocianinas totais ($\mu\text{g g}^{-1}$) na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função do período de armazenamento à temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %, nas diferentes doses de K ₂ O aplicados em cobertura. FCA/UNESP, 2016.....	55
Figura 26. Compostos fenólicos (mg de ácido gálico 100g ⁻¹) na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ nas diferentes doses de K ₂ O aplicados em cobertura, armazenados por 28 dias a temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %. FCA/UNESP, 2016.....	56
Figura 27. Compostos fenólicos (mg de ácido gálico 100g ⁻¹) na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função do período de armazenamento à temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %, nas diferentes doses de K ₂ O aplicados em cobertura. FCA/UNESP, 2016.	57
Figura 28. Peroxidase ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ decomposto min ⁻¹ g ⁻¹ MF) na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ nas diferentes doses de K ₂ O aplicados em cobertura, armazenados por 28 dias a temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %. FCA/UNESP, 2016.....	57

Figura 29. Peroxidase ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ decomposto $\text{min}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ MF}$) na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função do período de armazenamento à temperatura de $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa (UR) $85 \pm 5\%$, nas diferentes doses de K_2O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016. 59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultado da análise de solo da área experimental da Fazenda Experimental São Manuel/SP. FCA/UNESP, 2016.....	21
Tabela 2. Resultado da análise de material orgânico composto Provaso [®] . FCA/UNESP, 2016.....	21
Tabela 3. Número de folhas (NF), diâmetro (DR), comprimento da raiz (CR), massa da matéria seca da raiz (MSR) por planta do rabanete ‘Rafina F1’ em função das doses de K ₂ O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.....	31
Tabela 4. Acúmulo de fósforo (P), cálcio (Ca) e enxofre (S) na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função das doses de potássio aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.	39
Tabela 5. Grau de liberdade (GL), quadrado médio em função das doses de potássio (QM potássio) e coeficiente de variação (CV) da análise de variância das características de produção. FCA/UNESP, 2016.....	75
Tabela 6. Grau de liberdade (GL), quadrado médio em função das doses de potássio (QM potássio) e coeficiente de variação (CV) da análise de variância das características de acúmulo de macronutrientes na raiz do rabanete. FCA/UNESP, 2016.....	76
Tabela 7. Quadrados médios em função das doses de potássio (QM potássio), período de armazenamento (QM Armazenamento) e da interação entre estes fatores (QM Interação) da análise de variância das características físico-químicas e bioquímicas. FCA/UNESP, 2016.....	76

ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA PRODUÇÃO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO RABANETE. Botucatu, 2016. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autor: ALINE MENDES DE SOUSA GOUVEIA

Orientadora: REGINA MARTA EVANGELISTA

RESUMO

O rabanete pode ser cultivado entre o período de safra de outras culturas de ciclo mais longo, sendo uma opção interessante aos pequenos produtores rurais que enxergaram nesta hortaliça uma possibilidade de incremento na rentabilidade das suas áreas. Devido a poucas informações na literatura que mostrem os efeitos do potássio na produção, qualidade e nas características bioquímicas do rabanete, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da adubação potássica aplicado em cobertura na produção e qualidade pós-colheita da cultura do rabanete armazenado sob refrigeração. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da FCA/UNESP, em São Manuel/SP e as avaliações foram realizadas no Departamento de Horticultura da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA/UNESP). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, composto por cinco tratamentos de doses de potássio (K_2O) (0; 22,5; 45; 67,5 e 90 $kg\ ha^{-1}$) na forma de cloreto de potássio em cobertura, com cinco repetições. Foram avaliadas as características vegetativas da planta, acúmulo de nutrientes na raiz e produtividade. Para as características de qualidade (físico-química e bioquímica) as raízes colhidas foram armazenadas a temperatura de $5 \pm 1\ ^\circ C$ e UR de $85 \pm 5\ %$ durante 28 dias, sendo avaliadas a cada 7 dias, quanto a perda de massa, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares redutores, ácido ascórbico (vitamina C), compostos fenólicos, pigmentos (carotenoides e antocianinas totais) e atividade enzimática (peroxidase). Para as características de produção do rabanete, obtiveram-se respostas lineares significativas em função das doses de potássio aplicadas em cobertura para: altura de plantas, massas da matéria fresca da parte aérea, raiz e total, com incremento de 0,46 cm, 0,61 g, 1,05 g, e 2,02 g por planta para cada 10 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O aplicados, respectivamente. Para produtividade, houve um incremento em 1,05 $t\ ha^{-1}$ a cada 10 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O aplicados. Para a porcentagem de raízes comerciais, houve ajuste da equação quadrática, sendo a dose 52,4 $kg\ ha^{-1}$ K_2O apresentou

maior percentual (97,7 %) de raízes comercializáveis. A ordem decrescente dos macronutrientes acumulados pela raiz em média foi de: $K > N > Ca > P > S > Mg$. Para as características físico-químicas e bioquímicas, observou-se aumento em função do aumento das doses de potássio para acidez titulável e diminuição para perda de massa, pH, sólidos solúveis, açúcares redutores, pigmentos (carotenoides e antocianinas totais), compostos fenólicos e na atividade da peroxidase, mantendo-se estável os teores de ácido ascórbico. Já em função do período de armazenamento, observou-se aumento para perda de massa, acidez titulável e pigmentos (carotenoides e antocianinas totais), diminuição para sólidos solúveis, açúcares redutores e manteve-se estável os teores de ácido ascórbico, compostos fenólicos e atividade da peroxidase.

Palavras-chave: *Raphanus sativus* L., doses de potássio, produtividade, avaliação físico-química, atividade enzimática.

POTASSIUM FERTILIZATION IN PRODUCTION AND QUALITY OF POST-HARVEST RADISH. Botucatu, 2016. 88 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: ALINE MENDES DE SOUSA GOUVEIA

Adviser: REGINA MARTA EVANGELISTA

SUMMARY

The radish is grown in consortium with other longer-cycle crops, but now small farmers have seen in the vegetable, a chance to increase the profitability of their areas. The literature has little information as to potassium's effects on the production, quality and the biochemical Radish characteristics. This study is aimed to evaluate the effects of potassium fertilizer applied in coverage in the production and culture of post-harvest quality radish under refrigeration. The experiment was conducted at the Experimental Farm of FCA/UNESP in San Manuel / SP and the evaluations were carried out in the Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Sciences (FCA / UNESP). The experimental design was in randomized blocks, comprising of five treatments of potassium (K_2O) (0; 22,5; 45; 67,5 and 90 kg ha⁻¹) in coverage, with five repetitions. We evaluated the vegetative characteristics of the plant, nutrient accumulation in the shoots, roots and productivity. For the quality features, physical chemistry and biochemistry harvested roots were stored at 5 ± 1 °C and RH 85 – 90 % for 28 days were evaluated every 7 days, the mass loss, pH, titratable acidity, soluble solids, reducing sugars, ascorbic acid (vitamin C), phenolic compounds, pigments (carotenoids and anthocyanins) and enzyme activity (peroxidase). For radish production characteristics, we obtained significant responses as a function of potassium doses on coverage for plant height, mass of fresh matter of the aerial part, root and total, an increase of 0,46 cm, 0,61 g, 1,05 g and 2,02 g per plant per 10 kg ha⁻¹ K_2O applied, respectively. The decreasing order of macronutrients accumulated by the root is: K > N > Ca > P > S > Mg. For productivity, there was an increase by 1,05 t ha⁻¹ every 10 kg ha⁻¹ K_2O applied and the dose 52,4 kg ha⁻¹ K_2O with the highest percentage (97,7 %) in marketable yield. For the physicochemical and biochemical characteristics as a function of potassium doses, were obtained rise to acidity, decreased to mass loss, pH, soluble solids, reducing sugars, pigments (carotenoids and anthocyanins), phenolic compounds and activity peroxidase and remained stable ascorbic acid content.

Already a function of storage time, we obtained increased to weight loss, titratable acidity and pigments (carotenoids and anthocyanins), decreased to soluble solids, reducing sugars and remained stable ascorbic acid content, phenolic compounds and activity peroxidase.

Keywords: *Raphanus sativus* L., potassium levels, productivity, physical-chemical, enzyme activity.

1 INTRODUÇÃO

O rabanete (*Raphanus sativus* L.) é uma brassicácea de pequeno porte, originária da região mediterrânea (FILGUEIRA, 2008). Sua raiz possui coloração rosa, brilhante, com polpa branca e sabor picante (MINAMI; TESSAROLI NETTO, 1997).

Essa hortaliça possui qualidades nutraceuticas e medicinais, como ação diurética, antiescorbútico, estimulante das glândulas digestivas, estimulante do fígado que promove o aumento da digestibilidade. É recomendada também, como expectorante combinado ao mel, nos casos de tosses e bronquites. Por ser uma raiz rica em nutrientes, como fonte de cálcio, fósforo, ferro, manganês, vitaminas B1 e B2, ácido nicotínico, vitamina C, apresenta compostos de enxofre com atividade anticarcinogênico (MINAMI; TESSAROLI NETTO, 1997).

No Brasil, o rabanete é uma hortaliça de pequena importância em termos de área plantada, mas é cultivada em maior escala por pequenas propriedades situadas nas regiões metropolitanas dos grandes centros (CARDOSO; HIRAKI, 2001). Por ser uma hortaliça de ciclo curto, cerca de 35 dias, é uma opção interessante ao produtor rural no cultivo entre a safra de outras hortaliças de ciclo mais longo, como pimentão, tomate, repolho, brócolis, entre outros (MINAMI et al., 1998).

As hortaliças apresentam grande exigência nutricional para seu desenvolvimento e produção, sendo o potássio o segundo macronutriente mais extraído por elas. O potássio, além de influenciar na produtividade, está relacionado à qualidade final do produto, e conseqüentemente ao valor de mercado (FILGUEIRA, 2008). Sua função é

contribuir nas atividades bioquímicas, ativando grande número de enzimas, na regulação da pressão osmótica e na abertura e fechamento de estômatos (TAIZ; ZEIGER, 2004). Porém, sua deficiência provoca mudanças químicas no vegetal, diminuição no acúmulo de carboidratos e redução no uso eficiente da água. Já o excesso, pode salinizar o solo, reduzir a absorção de cálcio e magnésio, que conseqüentemente promove queda na produção e qualidade do produto (FERNANDES, 2006).

O potássio, por ser um nutriente relacionado à qualidade dos produtos vegetais, possui efeito benéfico sobre os atributos de cor, tamanho, forma, acidez, sabor, resistência dos produtos hortícolas ao armazenamento e valor nutritivo (RAIJ, 1990). Os produtores de hortalças vêm procurando aumentar sua produção, reduzir custos e principalmente melhorar a vida útil e nutricional dos produtos. Para que isso aconteça, é necessário que as práticas culturais como às adubações sejam bem planejadas e realizadas com eficiência, sem que haja desperdício e que promova esse incremento em qualidade.

Dessa forma, por haver carência de informações na literatura referentes aos efeitos da adubação potássica na produção, na qualidade, suas transformações fisiológicas e bioquímicas, e em quanto é atribuído um aumento na vida útil do produto, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos das doses de potássio (K_2O) aplicados em cobertura na produção e na qualidade pós-colheita do rabanete armazenados sob refrigeração.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais da cultura

O rabanete (*Raphanus sativus* L.), apresenta controvérsias em seu centro de origem, pois há quem considere ser proveniente da China, enquanto outros dizem ser do oeste Asiático ou sul da Europa. Porém, o centro de origem mais provável é no antigo Egito (MINAMI; TESSARIOLI NETTO, 1997).

Pertencente à família Brassicaceae, a mesma da couve-flor, repolho, couve-brócolos, couve-chinesa, couve-de-bruxelas, couve-rábano, mostarda-de-folha, rúcula, rábano, nabo e agrião (FILGUEIRA, 2008). O rabanete, apesar de ser uma cultura de menor importância em termos de área plantada, é cultivado em muitas propriedades de pequeno porte das regiões metropolitanas (cinturões verdes), sendo um grande atrativo para cultivo consorciado com outras culturas de ciclo mais longo (CARDOSO; HIRAKI, 2001).

O seu desenvolvimento e a produtividade dependem do clima, adaptando-se melhor ao plantio de outono-inverno, tolerando geadas e frios leves, sendo o desenvolvimento da raiz tuberosa favorecido por temperaturas baixas (entre 10 e 15 °C) e dias curtos (mantêm a planta vegetativa por mais tempo) (MINAMI; TESSARIOLI NETTO, 1997).

A cultura se desenvolve melhor em solos com pH entre 5,5 a 6,8, solos leves, areno-argiloso e friáveis. Em solos de baixa fertilidade, deve-se utilizar como

fonte a adubação orgânica juntamente com 100 a 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Caso haja necessidade, pode-se aplicar 30 a 35 kg ha⁻¹ de N em uma única cobertura e por ser uma cultura exigente em boro, aplica-se 2 kg ha⁻¹ de B (FILGUEIRA, 2008). Em cobertura, é recomendado a aplicação de 30 a 60 kg ha⁻¹ de K₂O parcelados no 7º, 14º e 21º dias após a germinação (MINAMI; TESSAROLI NETO, 1997).

Na cultura do rabanete, é recomendada a semeadura direta por ser intolerante ao transplante de mudas. A semeadura é feita em sulcos com 10 a 15 mm de profundidade e espaçamento entre sulcos longitudinais de 20 a 25 cm, pois, se semeado mais profundamente, há riscos de deformação das raízes. Realiza-se o desbaste de plantas quando estas estiverem com 5 cm de altura, deixando um espaçamento entre plantas de 8 a 10 cm. A irrigação por aspersão é a mais utilizada, sendo que ao longo do ciclo, o teor de água útil no solo deve estar próximo a 100 %, evitando assim que haja flutuações no teor hídrico do solo, que possam acarretar rachadura das raízes. A colheita inicia-se com 25 a 35 dias após o plantio (FILGUEIRA, 2008).

2.2 Nutrição e adubação potássica

A nutrição mineral apresenta importância fundamental no aumento da produtividade e na qualidade dos produtos vegetais. O equilíbrio entre os nutrientes (macro e micronutrientes) na adubação regula os processos fisiológicos e bioquímicos das plantas, sendo um dos fatores de maior influência nas características sensoriais e nutritivas, na resistência ao transporte e no armazenamento dos produtos hortícolas. A deficiência de qualquer um dos nutrientes, pode afetar não somente a qualidade nutricional e sensorial, como causar distúrbios fisiológicos que contribuirão para o aparecimento de injúrias nos produtos na fase de pós-colheita (MORAES, 2006).

O potássio é o segundo nutriente em quantidade mais extraído pelas plantas hortícolas (MARSCHNER, 1995) e possui grande importância na formação da qualidade dos produtos vegetais, pois afeta atributos como o tamanho, forma, cor, acidez, resistência ao transporte, manuseio, armazenamento e o valor nutritivo (RAIJ, 1990).

As necessidades de potássio para o crescimento ideal das plantas estão na faixa de 20 a 50 g K₂O kg⁻¹ na matéria seca das partes vegetativas da planta, raízes e tubérculos. Entretanto, as plantas apresentam tendência de absorver quantidades superiores às suas necessidades, sendo denominado de “consumo de luxo”, porém, nem

sempre este consumo elevado resulta em aumento de produção e desenvolvimento vegetal (FERNANDES, 2006).

Em quantidades adequadas, o potássio desempenha várias funções na planta entre elas destacam-se, a ativação de vários sistemas enzimáticos que participam do metabolismo da planta, atuando na síntese de proteínas e da adenosina trifosfato (ATP), nos processos de respiração, fotossíntese e transpiração, no crescimento meristemático na extensão das células vegetais (alongamento celular), no uso eficiente da água pela planta, no controle da turgidez do tecido, na abertura e fechamento de estômatos, na formação e translocação de carboidratos, na resistência à geada, seca, salinidade e à doença, na resistência ao acamamento e na manutenção da qualidade dos produtos (MARSCHNER, 1995; TAIZ; ZEIGER, 2004; MALAVOLTA, 2006; FILGUEIRA, 2008).

No entanto, em quantidades excessivas o potássio pode levar ao aumento na concentração salina do solo, redução na absorção de cálcio e magnésio, que promove queda na produção e qualidade, desbalanço nutricional, dificuldade de absorção de água pela planta e perdas por lixiviação (FERNANDES, 2006). Já sua deficiência promove mudanças químicas no vegetal, incluindo acúmulo de carboidratos solúveis, decréscimo de amido e acúmulo de compostos nitrogenados solúveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O potássio é usado nos fertilizantes sob três compostos: cloreto (KCl); sulfato (K_2SO_4); e nitrato (KNO_3) (ALCARDE et al., 1998). Porém, destes o KCl é o fertilizante mais utilizado pelos agricultores devido à sua alta concentração de potássio e por ser a melhor relação custo/benefício (NOVAIS et al., 2007).

O cloreto de potássio tem um alto índice salino, sendo o maior valor dentre os principais adubos utilizados na agricultura (ALCARDE et al., 1998). Em altas doses, pode resultar no aumento da salinidade na região da rizosfera (ECHER, 2008), onde a pressão osmótica da solução do solo torna-se superior à da solução das células das raízes provocando o caminhamento da água das raízes para o solo e resultando no murchamento da planta (ALCARDE et al., 1998).

Com isso, o correto manejo da adubação potássica em relação a doses, modos, épocas e fontes a serem utilizadas, devem considerar os aspectos como a demanda da cultura, o preço do fertilizante, o efeito salino sobre as plantas na instalação das lavouras, o potencial de perdas (principalmente por lixiviação) que os solos tropicais apresentam e a condição físico-química da rizosfera influenciando a disponibilidade de

potássio não trocável (NIEBES et al., 1993). Para estabelecer uma demanda específica para cada cultura, há necessidade de estudos relacionados à dose do fertilizante para evitar desperdícios.

O potássio tem importância fundamental nos parâmetros de produção e qualidade dos vegetais, porém, na literatura brasileira são poucas as informações para hortaliças que respondem à sua aplicação em cobertura (FILGUEIRA, 2008; LUZ et al., 2009).

Para parâmetros de produção e de qualidade de hortaliças, alguns autores relataram suas experiências com a adubação potássica. Ao trabalharem com couve-flor, Godoy et al. (2012) verificaram que as doses de potássio (0 a 200 kg ha⁻¹) aplicadas em cobertura não influenciaram a massa e o diâmetro médio da “cabeça”, bem como o número de folhas por planta, sendo também não observados efeitos significativos para as características físico-químicas.

Em repolho, o efeito da aplicação de potássio em cobertura não apresentou respostas significativas de acordo com Corrêa et al. (2012). Segundo estes autores não houve vantagem na aplicação de potássio, em cobertura no repolho, provavelmente em solos com teores baixos ou médios de potássio apenas a adubação básica no plantio com NPK associada à adubação orgânica poderia ser suficiente para suprir as necessidades desta folhosa. Magro et al. (2015), também observaram esse mesmo comportamento em beterraba quando aplicado 0 a 400 kg ha⁻¹ K₂O em cobertura, não apresentando efeito significativo nas características vegetativas e relacionadas à produção.

Para a cultura da cenoura, Zanfirov et al. (2012) verificaram que houve ajuste quadrático para as doses de potássio em cobertura (0 a 90 kg ha⁻¹) para as médias de produtividade de raízes, no entanto, observaram que ao aplicar a maior dose de potássio, obteve-se menor produtividade do que a testemunha, mostrando que a adubação em excesso, além de ser desperdício de recursos pode prejudicar a produção, e concluíram que a produtividade máxima, 45 kg ha⁻¹, coincide com a recomendação Raij et al. (1997), que é de 30 a 60 kg ha⁻¹ de K₂O para o estado de São Paulo. Já Luz et al. (2009), ao aplicarem de forma conjunta fontes de nitrogênio, potássio e cálcio em cobertura, concluíram que o número total de raízes não foi afetado significativamente pelos tratamentos, porém a máxima produtividade de raízes (27,5 t ha⁻¹) foi obtida com a aplicação, em cobertura, de 229,1 kg ha⁻¹ do formulado de NPK 20-00-20. Assim,

apresentou-se aumento em produtividade principalmente as de classificação comercial das raízes.

Com relação a parâmetro de qualidade de raízes, foram obtidos efeitos significativos em massa seca, sólidos solúveis, teor de carotenoides, antocianina (GEORGE et al., 2002) e ativação da invertase que hidrolisam a sacarose em glicose e frutose (CHITARRA; CHITARRA, 2005) com o incremento da adubação potássica na cultura da batata-doce.

Em batata inglesa, Reis Júnior (1995), verificou que a adubação potássica aumentou o conteúdo de água dos tubérculos, a gravidade específica e os teores de massa seca e amido. Já Westermann et al. (1994) verificaram que em altas doses de potássio, houveram reduções nos teores de amido e massa seca, sendo essas reduções acarretadas pelo aumento do teor de água dos tubérculos, neste caso é indesejável, principalmente se a batata for utilizada para fritura, e reduções no período de armazenamento.

Em rabanete, Cecílio Filho et al. (1998), observaram que pode haver prejuízo a produtividade comercial quando há a ocorrência de desordens fisiológicas de origem nutricional, quando adubados com potássio.

Pelos resultados obtidos na literatura, percebe-se que o potássio tem grande importância na produção e na qualidade das hortaliças, no entanto, são poucos os trabalhos encontrados com a cultura do rabanete referentes à adubação potássica.

2.3 Qualidade pós-colheita

A qualidade dos produtos hortícolas é iniciada no campo, com a seleção de materiais (sementes e mudas) que se adequem aos fatores edafoclimáticos da região onde serão cultivados, e que apresentem maior resistência às desordens fisiológicas e ao ataque de pragas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

As condições que antecipam a colheita, manejo e adubação, afetam em grande parte a qualidade das hortícolas colhidos, sua composição química, textura, perda de massa fresca e sua vida pós-colheita (GÓMEZ-GALINDO et al., 2004).

A taxa de perda de água ou de transpiração dependem da natureza do produto hortícola, da temperatura e da umidade relativa do ambiente. Essa taxa é variável e se mostra maior durante as primeiras horas ou dias de armazenamento, ou

quando mais longo for esse período de resfriamento, e/ou em temperatura mais elevadas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os rabanetes são normalmente vendidos em maços (folhas unidas as raízes) que os tornam assim, mais propensos à desidratação. Se a perda total de massa fresca exceder 6 %, os rabanetes perdem a sua turgescência, reduzindo a qualidade visual e a vida útil (LUENGO; CALBO, 2001).

Ao analisarem rabanetes armazenados em diferentes temperaturas (1, 5 e 10 °C), Del Aguila et al. (2006a) observaram uma maior tendência de perda de massa fresca com o aumento do período de conservação (10 dias) e da temperatura de armazenamento. Sendo assim, rabanetes armazenados à 10 °C perderam maior porcentagem de massa fresca, ultrapassando 6 %. Este fato é explicado, pois em temperatura mais elevadas, há uma maior transpiração do vegetal em resposta à diferença de pressão de vapor entre os tecidos vegetais e o ambiente (WOODS, 1990).

Na avaliação da conservação de rabanetes em duas condições, com ou sem folhas à temperatura ambiente Ayub et al. (2013), verificaram que as maiores perdas de massa resultaram de raízes de rabanete com folhas unidas, pois foi atribuído as folhas acelerar o processo de desidratação e também influenciava nos teores de sólidos solúveis. Já avaliando rabanetes mantidos sob refrigeração à 5 °C e umidade relativa (UR) 90 ± 5 %, armazenados por 6 dias, verificaram que houve perda de massa superior a 5 %, inviabilizando o produto para comercialização.

A acidez é definida pela presença dos ácidos orgânicos no vacúolo das células vegetais que contribuem para o aroma característico em alguns produtos hortícolas, tendo em vista que alguns componentes são voláteis (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Por serem acumulados durante o crescimento e utilizados como substratos respiratórios durante o amadurecimento/maturação (Morgan, 2012), os ácidos orgânicos servem como reserva energética por meio de sua oxidação no ciclo de Krebs (CHITARRA; CHITARRA, 2005), sendo em rabanete, o ácido orgânico predominante o ácido málico (CARVALHO et al., 1990).

Ayub et al. (2013), ao avaliarem rabanetes armazenados a 20 °C, umidade relativa de 75 %, com e sem folhas, verificaram que a acidez titulável foi maior em rabanetes armazenados com folhas (0,47 %), sendo que em rabanetes armazenados sem folhas, a acidez titulável foi de 0,42 %. Quando trabalhando com rabanetes armazenados à 5 °C e UR 90 ± 5 % por 6 dias, observaram aumento linear progressivo da acidez titulável.

Já Del Aguila et al. (2006a), em rabanetes armazenados a diferentes temperaturas (1, 5 e 10 °C) por 10 dias, observaram que os rabanetes armazenados à 5 °C houve aumento nos teores de acidez, de 0,050 para 0,067 % de ácido málico.

Os sólidos solúveis são constituídos por açúcares dissolvidos no extrato aquoso de frutas e hortaliças, com tendência de aumento com o avanço da maturação ou amadurecimento do produto. Apresenta faixa variável de 2 a 25 %, dependendo da cultivar, espécie, estágio de maturação e do clima (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Del Aguila et al. (2006a) ao avaliarem rabanetes armazenados em diferentes temperaturas (1, 5 e 10 °C) observaram maiores perdas nos teores de sólidos solúveis à temperatura de 10 °C, devido ao efeito da elevação do metabolismo do vegetal, como consequência da elevação da temperatura de armazenamento. Em rabanetes armazenados a 5 °C, apresentaram uma perda menor durante o mesmo período, passando de 3,90 °Brix para 3,70 °Brix. Já rabanetes armazenados em temperatura ambiente, conservados com ou sem folhas ou minimamente processado, observou-se que o teor de sólidos solúveis diminui independentemente da forma de armazenamento (AYUB et al., 2013).

Um dos parâmetros utilizados para avaliar e monitorar a qualidade dos produtos hortícolas, está na determinação da concentração dos açúcares totais, sacarose e açúcares redutores (glicose e frutose). A quantificação individual desses açúcares (glicose, frutose e sacarose) é importante pois, tem como objetivo avaliar o grau de doçura do produto, sendo o poder adoçante deles variável e aumenta na seguinte sequência glicose: sacarose: frutose (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Hara et al. (2011), trabalhando com sete diferentes cultivares (Sobutori, Shinhasshu e Shogoin, cultivares japonesas; French Breakfast e Kuromaru, cultivares europeias e Kouto e Koshin, cultivares chinesas) de rabanete, observaram que há variações no conteúdo de açúcares solúveis e ácidos orgânicos que estão relacionados ao sabor entre as cultivares. O conteúdo total de açúcar solúvel (glicose, frutose e sacarose) nas cultivares Koshin, Kouto, e Shogoin eram significativamente mais altos do que na cultivar Sobutori, mostrando-se potencialmente mais doces. Segundo estes autores, as cultivares que contêm altos teores de ácidos orgânicos na fase jovem, acumulam 10 vezes mais açúcares solúveis quando amadurecem, assim, rabanete mais doce possuem menos pungência.

Os estudos realizados com as cultivares de rabanete indicam que o conteúdo de açúcares solúveis e ácidos orgânicos podem ser indicadores químicos de sabor, fornecendo informações úteis para produção e qualidade pós-colheita dos rabanetes (HARA et al., 2011).

O teor de ácido ascórbico pode ser utilizado como um índice de qualidade dos produtos hortícolas, variando de acordo com a espécie, condições de cultivo, armazenamento e processamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005) por receber influência da luz, oxigênio, pH, temperatura e umidade (GABAS et al., 2003).

O interesse da qualidade nutricional dos alimentos tem aumentado nos últimos anos, tanto com relação aos consumidores como da indústria. A vitamina C é consumida em grandes doses pelos seres humanos, sendo adicionada a produtos alimentícios cujo papel é de destaque na prevenção de doenças cardiovasculares, na inibição da formação de metabólitos nitrosos carcinogênicos, na manutenção e prevenção da saúde da pele, mucosas, vasos sanguíneos, na formação de colágeno, na absorção de ferro, na redução dos níveis de colesterol e melhoria do sistema imunológico (LEE; KADER, 2000; LEONG; SHUI, 2002)

A vitamina C é representada por dois componentes que possuem atividade biológica, o ácido ascórbico na forma reduzida e o ácido dehidroascórbico na forma oxidada. Ambos os componentes são ativos, entretanto, o ácido dehidroascórbico é menos encontrado nas fontes naturais e possui características que o distinguem do ácido ascórbico, por ser mais reativo e menos instável em solução, podendo ser reduzido a ácido ascórbico ou rapidamente hidrolisado e oxidado, agindo tanto como oxidante quanto redutor (KAUR; KAPOOR, 2001).

O ácido ascórbico é uma vitamina hidrossolúvel e muito suscetível à degradação quando estão expostas a condições de manipulação e armazenamento. No entanto, em condições ideais de resfriamento e baixas concentrações de O₂ observa-se a manutenção da sua concentração (BRECHT et al., 2010).

O rabanete é fonte de vitamina C e apresenta efeitos positivos na saúde humana, para o controle de sintomas de asma, devido as suas propriedades anti-inflamatórias (WALKER, 1990). Segundo a tabela de composição de alimentos, o rabanete fresco possui 25 mg 100 g⁻¹ de vitamina C (NEPA, 2006).

Trabalhando com rabanetes armazenados em diferentes temperaturas (1, 5 e 10 °C) Del Aguila et al. (2006a) não observaram diferença

significativa no conteúdo de vitamina C nas raízes inteiras durante o período de conservação e o valor encontrado no início do experimento foi de 22,45 mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹ de polpa. Já Lu et al. (2008), trabalhando com 42 cultivares de rabanete, com intenção de analisar nutricionalmente cada uma delas, observaram uma variação nos teores de ácido ascórbico de 14,16 a 33,41 mg 100 g⁻¹. Segundo eles, essa variação nos teores de ácido ascórbico mostram o potencial de produção com qualidade nutricional das cultivares de rabanete, para diferentes finalidades, como o consumo fresco, cozido ou pickles.

2.4 Atividade antioxidante

Os compostos fenólicos são estudados por sua influência na atividade farmacológica, na inibição da oxidação lipídica, na proliferação de fungos e na qualidade dos alimentos (PELEG et al., 1998). São formados a partir de metabólitos secundários nas plantas e nos fungos, encontrados nas formas livres ou ligados a açúcares e proteínas, sendo considerado um dos grupos mais importantes associados ao poder antioxidante (SIMÕES et al., 2000; SOARES, 2002; ANGELO; JORGE, 2007).

Nas plantas, os compostos fenólicos atuam como componentes estruturais e pigmentantes, além da atividade antioxidante, antimicrobiana e antiviral (NATELLA et al., 2002; HANNUM, 2004). No sistema biológico, estão relacionados com a capacidade de quelar metais, inibir a peroxidação lipídica e os radicais livres, assim como o licopeno e o ácido ascórbico, levando a prevenção da arteriosclerose e do câncer e na interceptação de radicais livres (BIANCHI; ANTUNES, 1999), sendo um dos maiores grupos de substâncias não-essenciais da dieta humana (CHEUNG et al., 2003).

A qualidade e a quantidade dos compostos fenólicos em plantas variam devido a diferentes fatores, tais como fatores genéticos, condições ambientais (temperatura, luz e disponibilidade de água), práticas agrícolas (data da colheita, disponibilidade de nutrientes, entre outros), e condições pós-colheita (VALLEJO et al., 2003).

As transformações pós-colheita dos produtos vegetais, podem ser avaliadas pelos teores de fenólicos totais ou da concentração de grupos específicos de compostos, que estão correlacionados a atividade antioxidante. São compostos que

apresentam participação no aroma, sabor, coloração, vida de prateleira e na ação do produto como alimento funcional (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Avaliando a atividade antioxidante e os teores de fenólicos totais em algumas hortaliças, Kaur e Kapoor (2002) observaram que o rabanete se enquadrava em um grupo de hortaliças que apresentaram baixa atividade antioxidante e baixa atividade dos compostos fenólicos. De acordo com Soares (2002), os compostos fenólicos são divididos em três grupos: ácidos orgânicos (ácido cinâmico e derivados), flavonoides e polifenóis.

Os flavonoides são metabólitos secundários produzidos pelo organismo das plantas em diferentes concentrações de acordo com fatores fisiológicos e ambientais. Neste grupo, os flavonóis e as flavonas são incolores, e a classe de antocianinas possuem um espectro de coloração do verde ao azul (MOTA et al., 2009).

A maioria das frutas e hortaliças de coloração vermelha, púrpura ou violeta, é rica em antocianinas, que são glicosídeos das antocianidinas. São compostos instáveis e sofrem descoloração por ação de sistemas enzimáticos sendo também degradadas pelo oxigênio. A sua coloração vermelha ou azul, pode sofrer escurecimento indesejável, decorrente de vários fatores durante o processamento ou armazenamento de produtos ricos nesses pigmentos. A sua decomposição é afetada pela temperatura, pH, presença de outros compostos fenólicos, açúcares e seus produtos de degradação, oxigênio, ácido ascórbico, luz e íons metálicos. As antocianinas correspondem a diferentes tipos de compostos flavonoides, que contribuem pouco para a coloração, exceto quando sofrem oxidação, produzindo escurecimento dos tecidos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os carotenoides são um grupo de pigmentos que confere cores aos alimentos que vão do amarelo ao vermelho, e podem ser divididos em dois grupos: os carotenos, que são hidrocarbonetos, cíclicos ou não, e as xantofilas, que são derivados oxigenados (BRITTON, 1992). As hortaliças folhosas verdes escuras, seguidas das cenouras, abóboras entre outras, são as principais fontes alimentares de carotenoides (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997).

Em estudo com diferentes vegetais Kaur e Kapoor (2002) observaram que os vegetais ricos em pigmentos (carotenoides) como a cenoura e beterraba, possuem altos teores de compostos fenólicos e atividade antioxidante. Neste estudo foi verificado também que o rabanete apresentou baixa atividade antioxidante e consequentemente foi associado a isso, baixa concentração de carotenoides ou β -caroteno.

2.5 Atividade enzimática

A avaliação da atividade enzimática pode ser uma maneira confiável para o monitoramento da vida de prateleira e da qualidade dos produtos hortícolas, pois servem como indicadores do grau de frescor durante o armazenamento. Entre as principais enzimas que causam modificações nos atributos sensoriais e nutricionais dos produtos hortícolas estão a peroxidase (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A peroxidase (POD) é uma enzima da planta que catalisa reação redox em vegetais, usando tanto o peróxido de hidrogênio como o oxigênio como aceptores de hidrogênio (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Está envolvida em diversas reações como as ligações de polissacarídeos, a oxidação do ácido indol-3-acético, as ligações de monômeros, lignificação, cicatrização de ferimentos, oxidação de fenóis, defesa de patógenos, regulação da elongação de células, entre outras atividades (CAMPOS; SILVEIRA, 2003).

Está localizada nas paredes celulares (forma insolúvel) e no citoplasma (forma solúvel), atuando na catálise de reações oxidativas, peroxidativas e hidroxilação, sobre diferentes substratos tais como: oxidação de fenólicos e carotenoides, degradação de auxinas, de clorofila e de ácido ascórbico e também na biossíntese da lignina. Sua atividade está vinculada a modificações em atributos sensoriais (escurecimento, endurecimento, sabores estranhos) e em valores nutritivos (perda da atividade vitamínica do ácido ascórbico) dos produtos hortícolas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A peroxidase é considerada uma das principais enzimas responsáveis pela qualidade de armazenamento das frutas e legumes congelados. Por ser muito estável a temperaturas baixas, não é completamente destruída mesmo em temperaturas abaixo de zero (MARIN; CANO, 1993; CANO; LOBO; ANCOS, 1998).

O escurecimento enzimático induz severas mudanças de cor, sabor indesejável e perdas nutricionais (COSTA, 2010). Ocorre devido à presença da enzima peroxidase, que catalisa a oxidação de compostos fenólicos, produzindo pigmentos escuros em cortes ou superfícies danificadas de frutas e hortaliças. Porém, não ocorre em células intactas porque os compostos fenólicos que se encontram nos vacúolos celulares ficam separados dessa enzima que fica armazenada nos plastos. Quando o tecido é danificado

pelo corte ou por injúrias, a enzima entra em contato com seu substrato e há formação de pigmentos escuros devido a exposição ao oxigênio (OLIVEIRA, 2008).

O controle desse escurecimento pode ser feito utilizando-se de métodos físicos e/ou químicos. Métodos físicos incluem redução de temperatura ou inativação térmica da enzima, proteção do produto contra oxigênio, desidratação, uso de atmosfera modificada, embalagens ativas e outros. Os métodos químicos envolvem o uso de compostos antioxidantes que inibem a ação da enzima (OLIVEIRA, 2008).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

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

O clima predominante, segundo a classificação de Köppen, é tipo Cfa, temperado quente (mesotérmico) úmido e a temperatura média do mês mais quente é superior a 22 °C, e a do mês mais frio é de 17,5 °C, com uma temperatura média anual de 21 °C e precipitação pluvial média anual de 1445 mm (média de 27 anos) (CUNHA; MARTINS, 2009). Os dados meteorológicos referentes ao período de condução do experimento (12 de maio a 16 de junho/2014) foram fornecidos pelo Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA/UNESP – Botucatu, sendo que as temperaturas máximas, mínimas e médias e volume pluviométrico encontram-se na Figura 1.

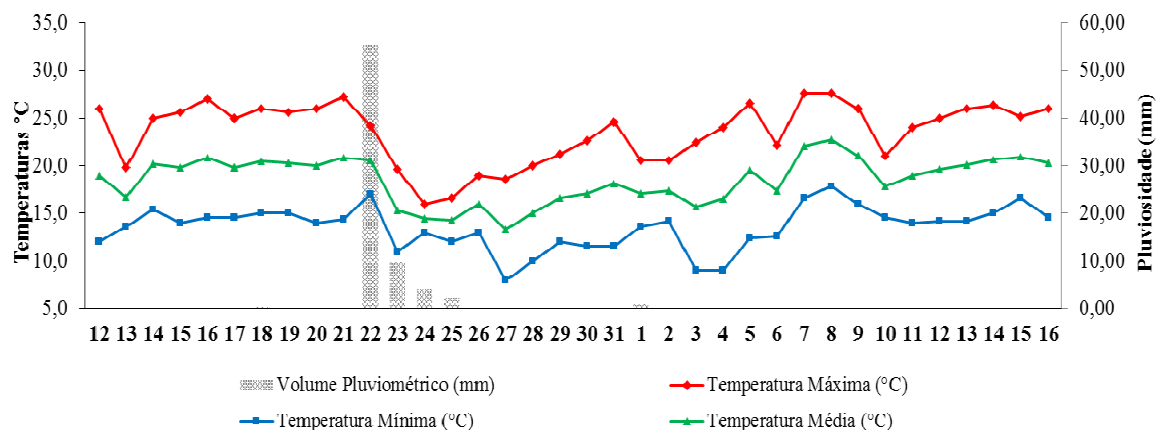


Figura 1. Valores das temperaturas máximas, médias e mínimas e volume pluviométrico do período de 12 de maio a 16 de junho de 2014, referente ao município de São Manuel, SP. FCA/UNESP, 2016.

3.2 Caracterização do solo

O solo onde foi instalado o experimento foi classificado por Espíndola et al. (1974) como Latossolo Vermelho Escuro fase arenosa, denominado pela nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMPRAPA, 2006) como Latossolo Vermelho Distrófico Típico. Uma amostra de solo, na camada de 0 – 20 cm, composta de 10 sub amostras foi retirada da área experimental, 45 dias antes do plantio, e levada ao laboratório de fertilidade de solo do Departamento de Solos e Recursos Ambientais FCA/UNESP – Botucatu para análise.

O pH foi determinado em solução de $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ de CaCl_2 , a matéria orgânica pelo método colorimétrico, o fósforo pelo método da resina trocadora de ânions, o potássio, cálcio e magnésio pelo método da resina trocadora de cátions. A determinação da acidez total (H + Al) foi através da solução tampão SMP (TRANI; RAIJ, 1997).

O resultado da análise de solo apresentou teor médio para o potássio, e boas condições para o desenvolvimento da cultura, de acordo com Raij et al. (1997), não necessitando de correção de solo (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado da análise de solo da área experimental da Fazenda Experimental São Manuel/SP. FCA/UNESP, 2016.

pH (CaCl ₂)	M.O g dm ⁻³	P resina mg dm ⁻³	H+Al mg dm ⁻³	K -----	Ca -----	Mg -----	SB mmol _c dm ⁻³ -----	CTC	V%
5,6	9	88	18	2	33	10	45	63	71

Fonte: laboratório de fertilidade de solo do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA/UNESP.

3.3 Adubação de plantio

Com base na análise química do solo, não foi necessário realizar a calagem, sendo realizada a adubação de plantio com a incorporação ao solo de 40 t ha⁻¹ do composto orgânico Provaso[®] e 902 kg ha⁻¹ de adubo mineral NPK (04-14-08), conforme a recomendação do Boletim 100 (TRANI et al., 1997). Essa adubação foi aplicada proporcionalmente na parcela (2,0 x 1,2 m), sendo composta por 7 linhas espaçadas em 15 cm.

De acordo com a análise química realizada no composto orgânico utilizado, este apresentou baixo teor de potássio (Tabela 2).

Tabela 2. Resultado da análise de material orgânico composto Provaso[®]. FCA/UNESP, 2016.

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	U – 65 °C	MO	C
** porcentagem ao natural								
0,7	0,7	0,2	2,1	0,2	0,2	30	19	11
Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn		C/N	pH
** mg kg ⁻¹								
854	75	62	7525	368	274		16/1	6,7

**teores totais

Fonte: laboratório de fertilidade de solo do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA/UNESP.

3.4 Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram cinco doses de potássio (K₂O), na forma de cloreto de potássio (T1: 0 kg ha⁻¹; T2: 22,5 kg ha⁻¹; T3: 45 kg ha⁻¹; T4: 67,5 kg ha⁻¹; T5: 90 kg ha⁻¹) aplicados em cobertura, sendo parcelados no 7º, 14º e 21º dias após a semeadura, seguindo a recomendação do Boletim 100 (TRANI

et al., 1997), além de nitrogênio na dose de 45 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia aplicado em todos os tratamentos. Os tratamentos avaliaram 0, 50, 100, 150 e 200 % sob a média da recomendação do Boletim 100 (TRANI et al., 1997), que é de 45 kg ha⁻¹ de K₂O na cultura.

O híbrido utilizado foi ‘Rafina F1’, caracterizado pela uniformidade, formato redondo, tamanho médio a grande e alta resistência à isoporização (BEJO, 2015). A semeadura foi diretamente no campo, em parcelas de 2,0 x 1,2 m, e posteriormente realizado o raleio mantendo o espaçamento de 8 cm entre plantas e 15 cm entre linhas. Para as avaliações foram consideradas as três linhas centrais, totalizando uma área útil de 1,5 m² por parcela, sendo consideradas bordaduras as duas linhas adjacentes e desconsiderando 30 cm nas divisões das parcelas. Durante o ciclo da cultura, a área foi mantida livre de plantas daninhas através de capinas manuais e a irrigação foi feita por meio de aspersão diariamente por um período de 15 minutos.

A colheita foi realizada com ciclo da cultura de 34 dias, as raízes colhidas foram levadas ao laboratório de pós-colheita de frutas e hortaliças do Departamento de Horticultura da FCA/UNESP – Botucatu, para análise das características de produção e de qualidade físico-química e bioquímicas.

3.5 Características avaliadas

3.5.1 Características de produção

As características avaliadas foram realizadas em 10 plantas por parcela:

- altura das plantas (distância entre a superfície do solo e a parte mais alta da planta), medida com auxílio de uma régua (cm);
- número de folhas por planta;
- diâmetro transversal, medidos com o auxílio de um paquímetro (mm);
- comprimento da raiz, medidos com o auxílio de um paquímetro (mm);

- massa da matéria fresca da parte aérea, obtida com balança eletrônica (precisão de 0,1g);
- massa da matéria fresca da raiz, obtida com balança eletrônica (precisão de 0,1g);
- massa da matéria fresca total (massa da matéria fresca da parte aérea + massa da matéria fresca da raiz);
- massa da matéria seca de raízes, obtida após secagem em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C e atingir massa constante, seguido de pesagem em balança eletrônica (precisão de 0,1g);
- porcentagem de raízes não comerciais (porcentagem de raízes com defeitos aparentes em relação ao número total de raízes colhidas por tratamento);
- porcentagem de raízes comerciais;
- produtividade total ($t\ ha^{-1}$);

3.5.2 Análise química das plantas

Para a obtenção dos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) foram amostradas três plantas por parcela, sendo considerada somente a raiz do rabanete. Para obtenção da massa da matéria seca, as amostras foram devidamente lavadas e após a remoção do excesso de água, foram colocadas em saco de papel, identificadas e levadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até atingirem massa constante, conforme Malavolta et al. (1997). Posteriormente, com o uso da balança analítica, foram obtidas a massa de material seco de cada amostra.

Em seguida, cada amostra da raiz de rabanete passou pela moagem no moinho tipo Wiley, sendo posteriormente levada ao Laboratório de análise química de plantas do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA/UNESP – Botucatu para a obtenção dos teores de macronutrientes.

A digestão sulfúrica foi realizada para obtenção do extrato visando a determinação de N. A digestão nítrico-perclórica foi utilizada para a obtenção dos extratos para determinação dos demais macronutrientes (P, K, Ca, Mg e S), conforme metodologia apresentada por Malavolta et al. (1997).

A partir desta análise química foram obtidos os teores de N, P, K, Ca, Mg e S em g kg⁻¹. As quantidades dos nutrientes acumuladas em cada amostra da raiz, foram obtidas pela proporção do teor de cada nutriente pela massa seca da amostra.

3.5.3 Avaliação das características físico-químicas e bioquímicas das raízes

As raízes de rabanete colhidas foram encaminhadas ao Laboratório de pós-colheita de frutas e hortaliças do Departamento de Horticultura da FCA/UNESP – Botucatu, lavadas em água corrente, secas em ambiente e selecionadas conforme o tratamento e sua repetição, separadas em grupos de seis raízes, classificadas como comerciais, embaladas em bandeja de poliestireno expandido, envoltas por filme plástico (policloreto de vinila - PVC), para armazenamento em câmara fria a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e UR $85 \pm 5\%$, para a realização das análises das características físico-químicas e bioquímicas em cada período de armazenamento (0, 7^o; 14^o; 21^o e 28^o dia após a colheita).

Para a avaliação da perda de massa da matéria fresca, foram separadas quatro raízes de rabanete por parcela, embaladas em bandejas de poliestireno expandido e envoltas por filme plástico (PVC), armazenadas em câmara fria a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e UR $85 \pm 5\%$ por 28 dias.

Para a realização das análises físico-químicas (pH, acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares redutores e teores de ácido ascórbico) foram necessárias preparações prévias das amostras, onde foram trituradas 100 g de raiz, utilizando um Mixer Premium Mondial[®] obtendo um extrato aquoso que foi fracionado para cada análise em específico.

Para a realização das análises bioquímicas (compostos fenólicos, pigmentos como antocianina e carotenoide totais e peroxidase) foram necessárias preparações prévias das amostras, onde pedaços pequenos de rabanete foram cortados e resfriados rapidamente em nitrogênio líquido, armazenados em freezer convencional à -18°C , e posteriormente, em ambiente escuro, maceradas em nitrogênio líquido, obtendo-se uma amostra pulverizada.

3.5.3.1 Perda de massa

A perda de massa foi determinada considerando-se a diferença entre a massa da matéria fresca inicial da raiz e a massa da matéria fresca da raiz obtida a cada intervalo de tempo de amostragem (0, 7°, 14°, 21° e 28° dia após a colheita). As raízes foram pesadas semanalmente em balança semi-analítica, sendo os resultados obtidos expressos em porcentagem em relação ao valor inicial.

3.5.3.2 Potencial hidrogeniônico (pH)

Sua determinação foi realizada através do extrato aquoso das raízes de rabanete, com auxílio de potenciômetro digital Micronal modelo B-221, conforme as normas do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005).

3.5.3.3 Acidez titulável (AT)

A acidez titulável foi obtida através da titulação em NaOH 0,1 mol L⁻¹ onde foram pesadas 5 g do extrato aquoso do rabanete, adicionados 100 mL de água deionizada e acrescentadas 0,3 mL do indicador fenolftaleína. O resultado foi expresso em mg de ácido málico por 100 g⁻¹ de polpa de rabanete, conforme as normas do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005).

3.5.3.4 Sólidos solúveis (SS)

A determinação do teor de sólidos solúveis foi obtida através de 1 gota do extrato aquoso das raízes sob a lente do refratômetro digital Atago, obtendo o resultado expresso em °Brix, conforme recomendação feita pela AOAC (2005).

3.5.3.5 Açúcares redutores (AR)

Os açúcares redutores foram determinados pelo método descrito por Somogyi e adaptado por Nelson (1944), sendo pesados 3 g do extrato aquoso do rabanete em balão volumétrico de 100 mL, completado o volume com água deionizada e posterior filtragem utilizando papel filtro. Após a filtragem foram aliqüotados 10 mL da

solução, colocado em balão volumétrico de 100 mL e completado com água deionizada. Deste volume, alíquotou-se 2 mL, transferindo as amostras para tubo de ensaio e adicionado 1 mL da solução previamente pronta de Somogy, levando à fervura (fogão industrial) por 15 minutos.

Após a fervura, as amostras foram colocadas em banho de gelo para resfriamento e, em seguida, adicionado 1 mL da solução previamente pronta de Nelson e 6 mL de água deionizada. As amostras foram homogeneizadas em um agitador, tornando-se prontas para leitura em espectrofotômetro Micronal B 382, no comprimento de onda de 535 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.5.3.6. Determinação de ácido ascórbico (Vitamina C)

Para a determinação dos teores de ácido ascórbico foi necessário o armazenamento de 20 g do extrato aquoso de rabanete, adicionados de 40 mL de ácido oxálico. A partir disso, essas amostras foram filtradas em filtro de papel e o líquido obtido pipetado em 2 mL para a realização da titulação com 2,6-diclorofenolindofenol sódio a 0,2 %. Essa determinação segue a metodologia do MAPA (2006) e os resultados foram expressos em $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ de polpa.

3.5.3.7 Compostos fenólicos

Para determinar os teores de compostos fenólicos foram pesadas 1 g da amostra pulverizada em tubos de ensaio, adicionados 10 mL de metanol a 80 %, levado para centrifugar por 50 minutos em 6000 rpm em centrífuga Hettich Zentrifugen[®], modelo Mikro 220R. Após o término da centrifugação, foram retiradas alíquotas em triplicata de 0,5 mL da amostra, adicionados 2,5 mL do reagente Follin-ciocateau a 10 %, seguido de agitação e posterior repouso por 5 minutos. Após esse período de repouso foram adicionados 2 mL de carbonato de sódio a 4 %, seguido de agitação e levados para repouso por 2 horas em ambiente escuro. Utilizou-se as amostras branco para zerar o espectrofotômetro, onde realizou-se a leitura em 740 nanômetros (nm).

Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico 100 g^{-1} de polpa sendo a extração realizada conforme preconizado por Singleton et al. (1999), onde a

determinação realizada pelo método de Follin-Denis, conforme o recomendado pela AOAC (2005).

3.5.3.8 Pigmentos

3.5.3.8.1 Carotenoides e antocianinas totais

Para a determinação dos teores de pigmentos, foram pesadas 1 g das amostras pulverizadas em nitrogênio líquido, adicionadas 3 mL de acetona tamponada Tris-HCl 0,2 M pH 7,8, homogenizadas, levadas para centrifugação a 4 °C por 5 minutos a 2000 rpm. Após esse processo, retirou-se todo o sobrenadante das amostras, com o auxílio de uma pipeta, e levados para a leitura em espectrofotômetro a 537 nm para determinação do teor de antocianina e 470 nm para determinação do teor de carotenoides. Todo o procedimento foi realizado em ambiente escuro, para evitar acelerar a degradação da enzima. A extração foi realizada pelo método preconizado por Sims e Gamon (2002), sendo os resultados expressos em $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ de polpa.

3.5.3.9 Atividade enzimática

3.5.3.9.1 Enzima peroxidase (POD)

Para o preparo do extrato enzimático, foram pesados 1 g da amostra pulverizada em nitrogênio líquido, adicionado 10 mL de tampão fosfato de potássio 0,2M pH 6,7 e levado a centrifugação a 4 °C, 6000 rpm, por 50 minutos. Em seguida, foi realizada a retirada de 1 mL do extrato enzimático, colocados em tubos de ensaio em triplicata, adicionado 0,5 mL de solução A (solução de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) à 30 % + solução tampão de fosfato de potássio 0,2M pH6,7) e 0,5 mL da solução B (solução de fenol + solução de aminoantipirina (AAP)), levando em seguida a banho-maria a 30 °C por 5 minutos. Após esse período foram adicionados 2 mL de álcool etílico, para parar a reação.

Para o branco da amostra foi pipetado 1 mL de água deionizada e 1 mL do extrato enzimático. Para o branco usado para zerar o espectrofotômetro, foi pipetado 1 mL de tampão fosfato de potássio 0,2 M pH 6,7, 0,5 mL de solução A, 0,5 mL

da solução B. Ambos os brancos das amostras, foram colocadas em banho-maria por 5 minutos, a 30 °C. Após este período foram adicionados 2 mL de álcool etílico aos tubos, para que cessasse a reação. A leitura em espectrofotômetro foi realizada no comprimento de onda de 505 nm.

A extração desta enzima foi realizada pelo método preconizado por Lima; Brasil; Oliveira (1999), sendo os resultados expressos em $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \text{ decomposto min}^{-1} \text{ g}^{-1}$ massa fresca.

3.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e, em caso de efeito significativo para os tratamentos, de acordo com o teste F, para as características de produção e análise química das plantas foi aplicada a análise de regressão para verificar o efeito das doses de potássio nas características estudadas. Para as características físico-químicas e bioquímicas, foi aplicada a análise de regressão para verificar o efeito das doses de potássio e dos períodos de armazenamento. Foi utilizado o programa estatístico SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2010).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características de produção da planta

Nas tabelas 5, 6 e 7 estão apresentados os graus de liberdade (GL) quadrados médios em função das doses de potássio (QM potássio) e coeficientes de variação (CV) para as características de produção, acúmulo de macronutrientes, análises físico-químicas e bioquímicas avaliadas neste experimento (Apêndice).

Para as características de produção da planta, altura de planta, massa da matéria fresca da parte aérea, massa da matéria fresca da raiz, massa da matéria fresca total, porcentagem de raízes não comerciais, porcentagem de raízes comerciais e produtividade os efeitos das doses de potássio foram significativos pelo teste F. Porém, para número de folhas por planta, diâmetro transversal da raiz, comprimento da raiz e massa da matéria seca da raiz não foram obtidos diferenças significativas a 5 % de probabilidade.

Para a altura de plantas foi obtido aumento linear em função das doses de potássio (Figura 2). A altura média de cada planta passou de 17,23 cm na dose 0 kg ha⁻¹ de K₂O para 21,51 cm na dose 90 kg ha⁻¹ de K₂O, sendo que para cada 10 kg ha⁻¹ K₂O aplicados em cobertura há um incremento em altura de plantas de 0,46 cm. Em níveis adequados nos tecidos vegetais, o potássio influencia diretamente no crescimento meristemático e na extensão das células vegetais, pois estimulam o processo de alongamento celular, consequentemente, aumento em altura de plantas (MALAVOLTA;

CROCOMO, 2005). Porém, não obteve resposta positiva para este parâmetro em trabalhos conduzidos com outras hortaliças como em beterraba, com e sem a aplicação de potássio em cobertura (MAGRO, 2012) e abobrinha-de-moita, com aplicação de 0 a 400 kg ha⁻¹ de K₂O em cobertura (ARAÚJO, 2011).

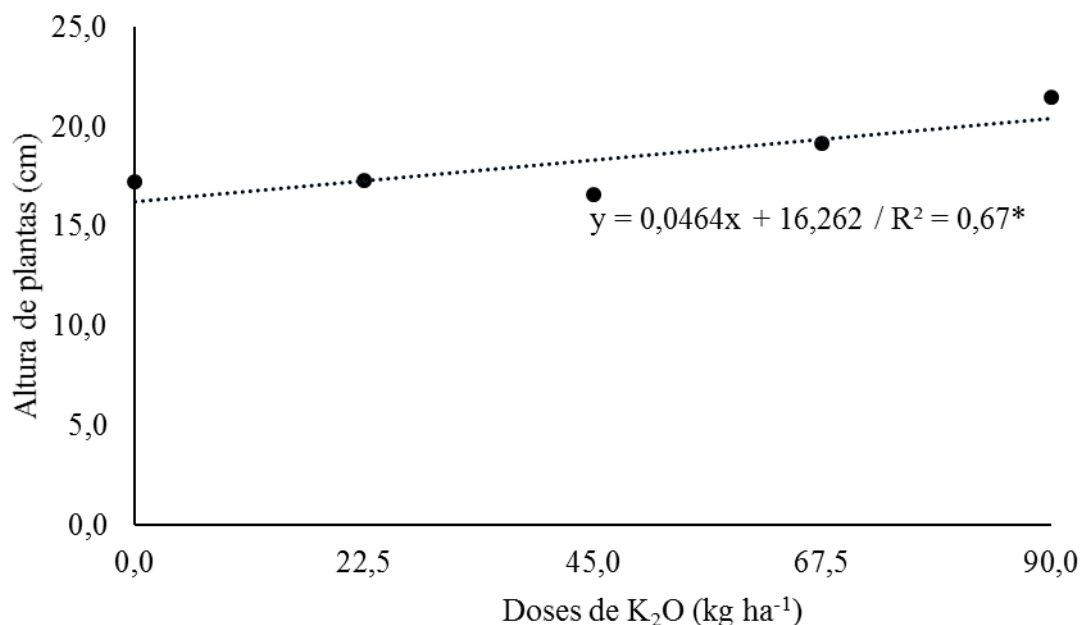


Figura 2. Altura de plantas (cm) de rabanete ‘Rafina F1’ em função das doses de K₂O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.

Para o número de folhas por planta, diâmetro da raiz, comprimento da raiz e massa da matéria seca por raiz, não foram observadas diferenças significativas em função das doses de potássio, com médias de 7,36 folhas, 36,7 mm, 38,02 mm e 1,29 g planta⁻¹, respectivamente (Tabela 3).

Esses resultados assemelham-se aos encontrados por outros autores em diferentes culturas. Corrêa et al. (2013) com repolho em duas épocas de plantio também com doses de potássio em cobertura, não observaram efeito significativo para diâmetro transversal, comprimento da cabeça e massa da matéria seca da cabeça. Para cenoura, Zanfirov et al. (2012) com doses de potássio aplicados em cobertura (0 a 90 kg ha⁻¹ K₂O) não observaram efeito no comprimento das raízes com a adubação potássica. Godoy et al. (2012), trabalhando com couve-flor, em doses de 0 a 200 kg de K₂O ha⁻¹ aplicados em cobertura, não observaram efeitos significativos para número médio de folhas por planta e diâmetro médio da cabeça. Em abobrinha-de-moita Araújo (2011), com a

aplicação de potássio em cobertura (0 a 400 kg ha⁻¹) relatou resposta não significativa para número de folhas por planta. Em rúcula, Porto et al. (2013), o número de folhas não é influenciado pela adubação potássica. Magro et al, (2015) não obteve resposta significativa para número de folhas por planta e massa da matéria seca da raiz em beterraba com a aplicação de potássio em cobertura.

Tabela 3. Número de folhas (NF), diâmetro (DR), comprimento da raiz (CR) e massa da matéria seca da raiz (MSR) por planta do rabanete ‘Rafina F1’ em função das doses de K₂O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.

Doses de K ₂ O (kg ha ⁻¹)	NF	DR (mm)	CR	MSR (g planta ⁻¹)
0,0	6,8	38,66	37,37	1,26
22,5	7,6	37,18	37,90	1,35
45,0	7,2	35,12	38,12	1,32
67,5	7,6	39,05	42,57	1,46
90,0	7,6	33,73	34,17	1,04
F	3,37 ^{ns}	1,47 ^{ns}	2,28 ^{ns}	1,63 ^{ns}
CV (%)	5,92	11,45	11,66	23,17

ns = não significativo a 5% de probabilidade

Para a massa da matéria fresca da parte aérea, raiz e total foram observados aumentos lineares em função das doses de potássio (Figura 3). A massa média da parte aérea passou de 19,11 g na dose 0 kg ha⁻¹ K₂O para 24,78 g na dose 90 kg ha⁻¹ K₂O, a massa média da raiz passou de 31,10 g planta⁻¹ na dose 0 kg ha⁻¹ K₂O, para 44 g planta⁻¹ na dose 90 kg ha⁻¹ K₂O e a massa média total passou de 50,22 g na dose 0 kg ha⁻¹ K₂O para 68,77 g na dose 90 kg ha⁻¹ K₂O, sendo que para cada 10 kg ha⁻¹ K₂O aplicados em cobertura houve um incremento em massa da matéria fresca de 0,612 g planta⁻¹, 1,06 g planta⁻¹ e 2,02 g planta⁻¹, respectivamente.

A resposta significativa para o ganho de massa pela raiz, evidencia a importância deste nutriente para plantas armazenadoras de reserva em órgão subterrâneos, que faz dele o nutriente mais extraído pela planta, para translocação de açúcares e requerido para a obtenção de produções elevadas (ALVES et al., 2008).

Esse ganho em massa fresca na planta (parte aérea, raiz e total) pode ser explicado pela importância do potássio nos processos de ativação dos vários sistemas enzimáticos que participam do metabolismo da planta, como a fotossíntese,

respiração, crescimento meristemático, extensão celular, no uso eficiente da água e na formação e translocação de carboidratos, que faz com que esse íon atue decisivamente na taxa de crescimento normal das plantas (MARSCHNER, 1995; TAIZ; ZEIGER, 2004; MALAVOLTA, 2006; FILGUEIRA, 2008).

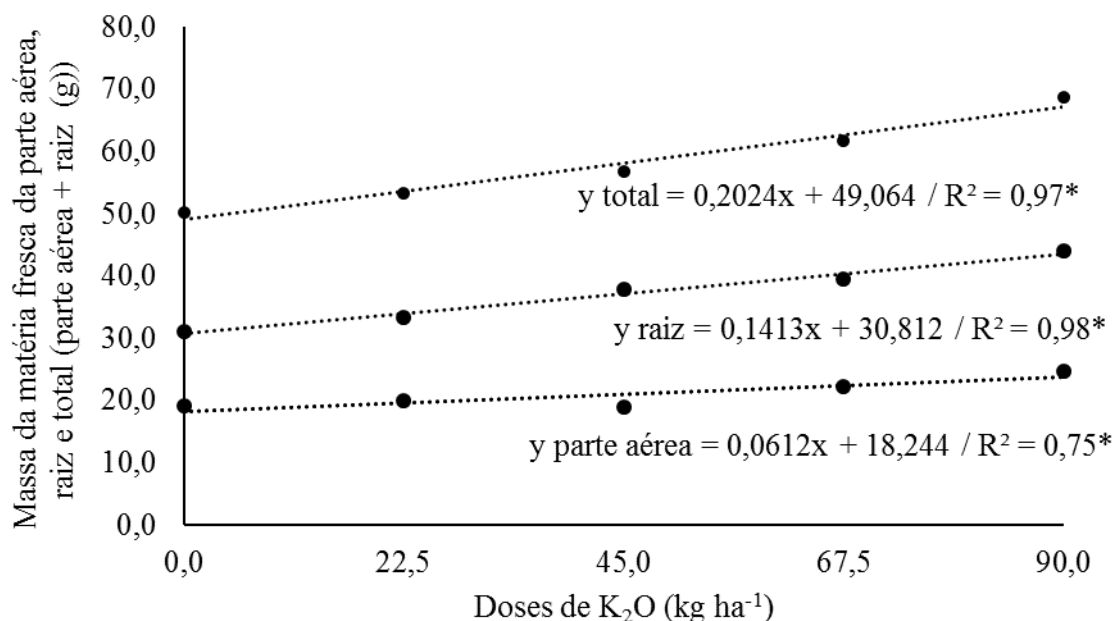


Figura 3. Massa da matéria fresca da parte aérea, raiz e total das plantas de rabanete ‘Rafina F1’ em função das doses de K₂O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.

O teor de potássio no solo antes do cultivo do rabanete era de 2,0 mmol_c dm⁻³, considerado médio conforme Raij et al. (1997) e como houve um incremento em adubação de plantio (com matéria orgânica e NPK) que libera potássio, e adição de potássio em cobertura acima das recomendadas por Trani et al. (1997), proporcionou resposta significativa para essas características, confirmando a importância desse nutriente para a produção do rabanete.

Na literatura são encontrados alguns trabalhos com hortaliças mostrando que a adubação potássica em cobertura, diferente do observado neste trabalho, não resultou em incrementos em massa fresca, o que foi observado por Salata et al. (2011) em ervilha-torta, Godoy et al. (2012) em couve-flor, Araújo et al. (2012) em abóbora, Corrêa et al. (2013) em repolho e Araújo et al. (2013) em abobrinha-de-moita e Magro et al. (2015) em beterraba. Esses autores justificaram seus resultados ao fato de que o teor de potássio no solo antes da instalação do experimento estava alto. No entanto, Zanfirov et al.

(2012) relataram pequeno aumento na produção de cenoura com a aplicação de potássio em cobertura, sendo semelhante ao observado neste trabalho com rabanete. Hanafy et al. (2000) também observaram efeitos de incremento na produção de massa fresca das folhas de rúculas sob adubação potássica.

Para porcentagem de raízes não comerciais com defeitos aparentes (rachados), foi observada diferença significativa com ajuste da equação, mostrando uma diminuição do percentual de raízes não comerciais até a dose de $52,4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ onde obteve-se o mínimo percentual (2,3%). Foi observado também que na ausência da adubação obteve-se o maior valor de raízes não comerciais (5,8 %) (Figura 4). Este resultado pode ser correlacionado ao fato do potássio estar ligado a formação da qualidade física dos produtos hortícolas, em atributos de tamanho, forma, resistência ao transporte e manuseio (RAIJ, 1990) que proporcionou um menor percentual de raízes com defeitos aparentes e maior qualidade do produto final.

Para porcentagem de raízes comerciais foi observada diferença significativa com ajuste da equação, conforme houve aumento nas doses de potássio aplicados em cobertura, com máxima alcançada na dose de $52,4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$, com 97,7 % de raízes comercializáveis (Figura 5). O potássio proporcionou ganhos em produção e qualidade das raízes comerciais por participar no transporte de carboidratos da fonte (folhas) para os drenos (raiz) (TAIZ; ZEIGER, 2004), mesmo estando em níveis no solo considerado médio por Raij et al. (1997) antes do plantio, e com a adição do nutriente na adubação de plantio (composto orgânico e adubo mineral) e cobertura (adubo mineral).

Para a produtividade das raízes de rabanete (raízes comerciais e não comerciais) foi obtido aumento linear com o aumento das doses de potássio aplicado em cobertura (Figura 6). Para cada 10 kg de potássio aplicado em cobertura houve incremento de produtividade de $1,05 \text{ t ha}^{-1}$, mostrando assim, a importância do potássio como nutriente na produção e qualidade do produto final, por desempenhar várias funções na planta como uso eficiente da água, controle da turgidez do tecido vegetal, ativação enzimática, fotossíntese, respiração e translocação de carboidratos (MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA, 2006; FILGUEIRA, 2008).

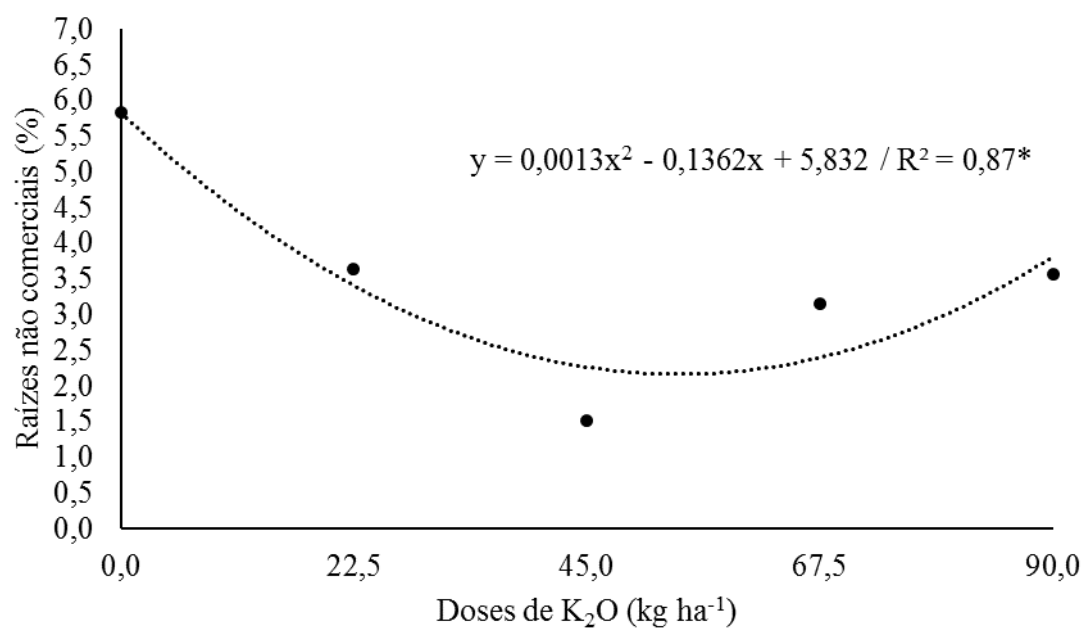


Figura 4. Porcentagem de raízes não comerciais do rabanete 'Rafina F1' em função das doses de K_2O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.

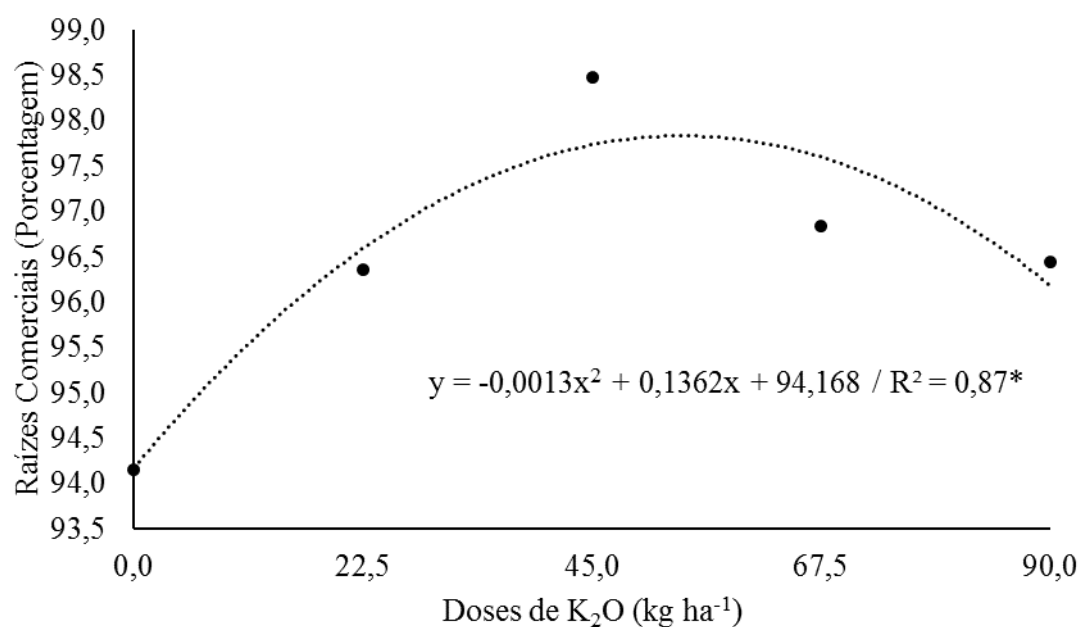


Figura 5. Porcentagem de raízes comerciais de rabanete 'Rafina F1' em função das doses de K_2O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.

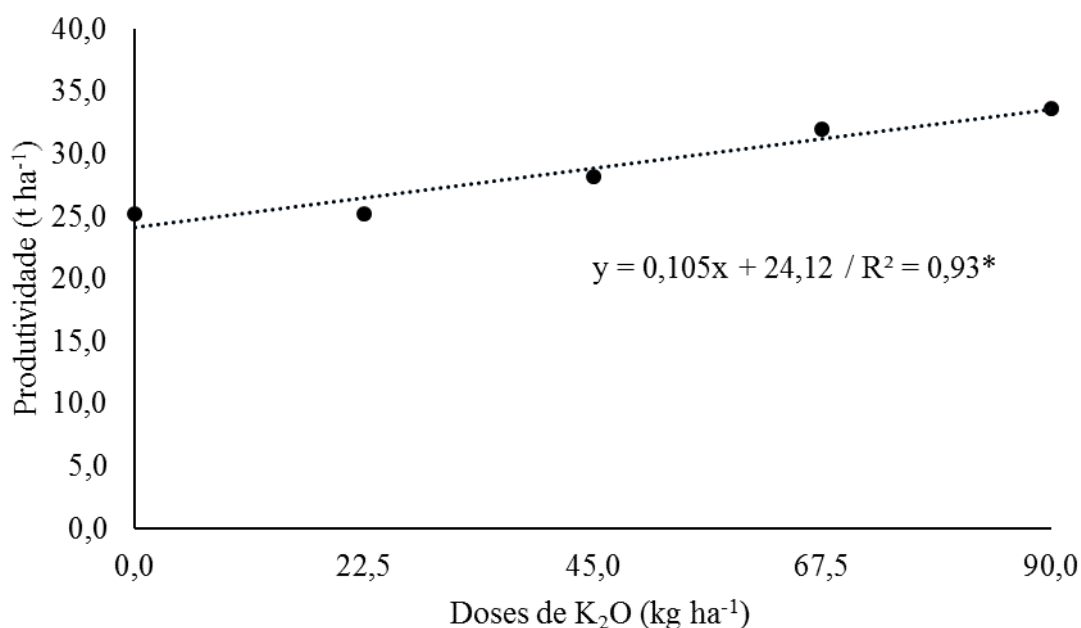


Figura 6. Produtividade do rabanete ‘Rafina F1’ em função das doses de K₂O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.

Provavelmente, esse aumento linear em produtividade obtidos com a adubação potássica devam-se também a fatores como a população de plantas sem falhas, clima favorável à cultura (clima ameno), irrigação por aspersão em níveis adequados e ausência de doenças e pragas.

Raij et al. (1997) recomenda em média 45 kg ha⁻¹ de adubação potássica em cobertura para a cultura do rabanete. No entanto, foram obtidos aumentos lineares em produtividade mesmo com o dobro da dose recomendada. Do ponto de vista de produção comercial, obteve-se maior percentual de raízes comercializáveis na dose de 52,4 kg ha⁻¹ de K₂O.

O produtor deve atentar-se para os preços de compra do adubo (KCl) e de venda das raízes para avaliar a necessidade ou não da aplicação de maiores doses de K₂O, do ponto de vista econômico. Assim, se o preço do adubo (KCl – 60% K₂O) encontra-se em torno de R\$ 1420,00 a tonelada (Heringer, 2015), para as condições deste experimento, em 1 ha produzido o produtor gastaria com a adição da adubação potássica R\$ 124,00 para obter 97,7 % de raízes comercializáveis.

A comercialização das raízes de rabanete no Ceagesp/SP, dependendo da sazonalidade do produto no ano (Maio à Dezembro), encontra-se em torno

de R\$ 2,22 o quilo (CEAGESP, 2015). Portanto, para as condições deste experimento, utilizando-se de 52,4 kg ha⁻¹ de K₂O na obtenção de 97,7 % de raízes comerciais, totalizando uma produtividade de 29,62 t ha⁻¹, o produtor conseguiria comercializar esse produto por R\$ 65.760,84, apresentando assim boa relação custo/benefício quando utilizado na entressafra de culturas de ciclo mais longo. Esse é o valor bruto, sem descontar gastos com maquinário, mão-de-obra e outros custeios com o campo.

Na literatura, o excesso de adubação potássica pode levar ao desbalanço nutricional, dificuldades de absorção de água e perdas por lixiviação, que acarretam perdas em produção e qualidade dos produtos hortícolas (FERNANDES, 2006). Porém, neste trabalho os altos níveis de potássio aplicados em cobertura no rabanete não condizem com o que a literatura expõe e com o observado em alguns trabalhos desenvolvidos com outras hortaliças, como no caso da ervilha torta (SALATA et al., 2011), abobrinha-de-moita (ARAÚJO et al., 2011), couve-flor (GODOY et al., 2012), repolho (CORRÊA et al., 2013), e beterraba (MAGRO et al., 2015). Esse mesmo resultado observado em rabanete foi semelhante ao encontrado por Zanfirov et al. (2012) na produção de cenoura onde obteve-se resposta significativa com a adubação potássica em cobertura.

4.2 Acúmulo de macronutrientes na raiz

Para os macronutrientes acumulados pela raiz, o efeito da adubação potássica apresentou diferença significativa para nitrogênio (Figura 7), potássio (Figura 8) e magnésio (Figura 9), com ajuste linear das equações. Para cada 10 kg ha⁻¹ K₂O aplicados em cobertura, houve incremento de 0,71 mg de nitrogênio, 3,0 mg de potássio e 0,08 mg de magnésio acumulados na raiz do rabanete.

Apesar de não ter ocorrido efeito significativo da adubação potássica na produção de massa da matéria seca das raízes de rabanete, o potássio influenciou a absorção de nitrogênio no solo, possivelmente sendo encontrado na forma de NO³⁻, no qual foi absorvido pelas raízes via processo ativo, a absorção desse ânion influenciada pelo potássio na translocação de fotoassimilados (ASHLEY; GOODSON, 1972; STREETER; BARTA, 1984; BLEVINS, 1985). O nitrogênio absorvido pelas raízes é assimilado para atender as necessidades de compostos nitrogenados da planta (GRANGEIRO et al., 2007). Viana e Kiehl (2010) observaram que o potássio nas plantas

estimula o aproveitamento do nitrogênio possibilitando que sua absorção, assimilação, nutrição e, conseqüentemente que a sua produtividade, sejam aumentadas (Figura 7).

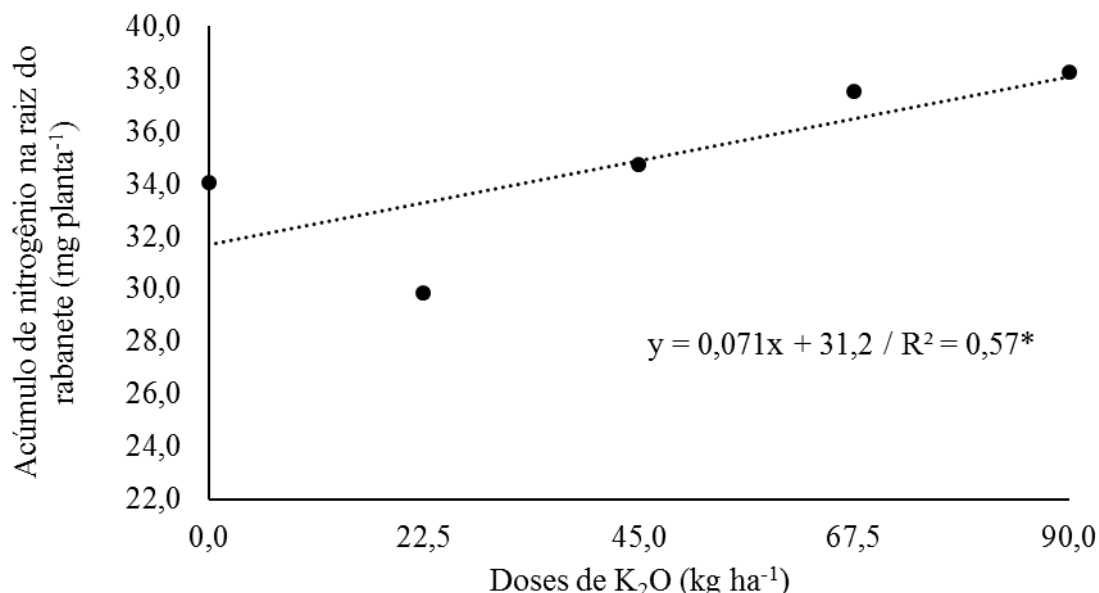


Figura 7. Acúmulo de nitrogênio na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função das doses de K₂O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.

O nutriente com maior acúmulo pela raiz do rabanete foi o potássio (Figura 8). Esta absorção é importante por este nutriente estar relacionado ao aumento da taxa fotossintética, crescimento meristemático, translocação de açúcares e aproveitamento da água (TAIZ; ZEIGER, 2004) foi evidente sua importância para as plantas armazenadoras de reserva como no caso do rabanete.

A habilidade de uma planta para obter quantidades suficientes de um nutriente para o seu crescimento e desenvolvimento, pode depender não apenas do teor ou da forma disponível deste no solo, mas também de outros fatores que possam alterar sua absorção (MARSCHENER, 1995). A aplicação de um nutriente pode beneficiar ou prejudicar o teor ou a ação do outro, assim, o aumento no teor de potássio no solo reduz a absorção de magnésio pelas plantas (USHERWOOD, 2005), fato este que não foi observado neste experimento. Neste caso, as altas doses de potássio aplicadas tanto no plantio (composto orgânico e adubo mineral) quanto em cobertura provocou possivelmente

um desbalanço nutricional na planta, que refletiu no aumento da absorção de magnésio pela raiz (Figura 9).

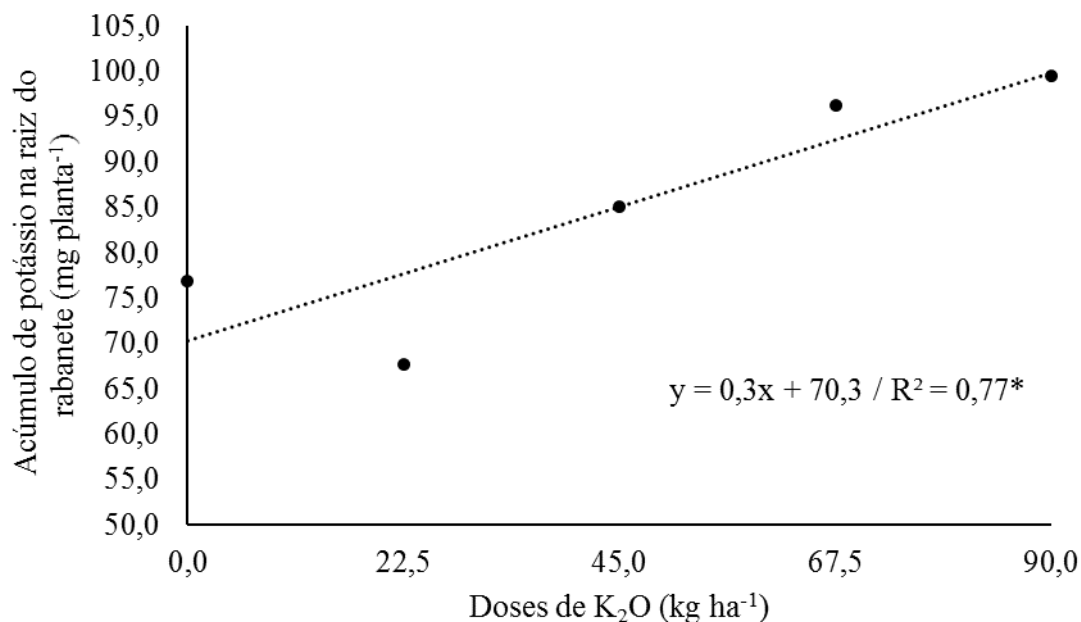


Figura 8. Acúmulo de potássio na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função das doses de K₂O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.

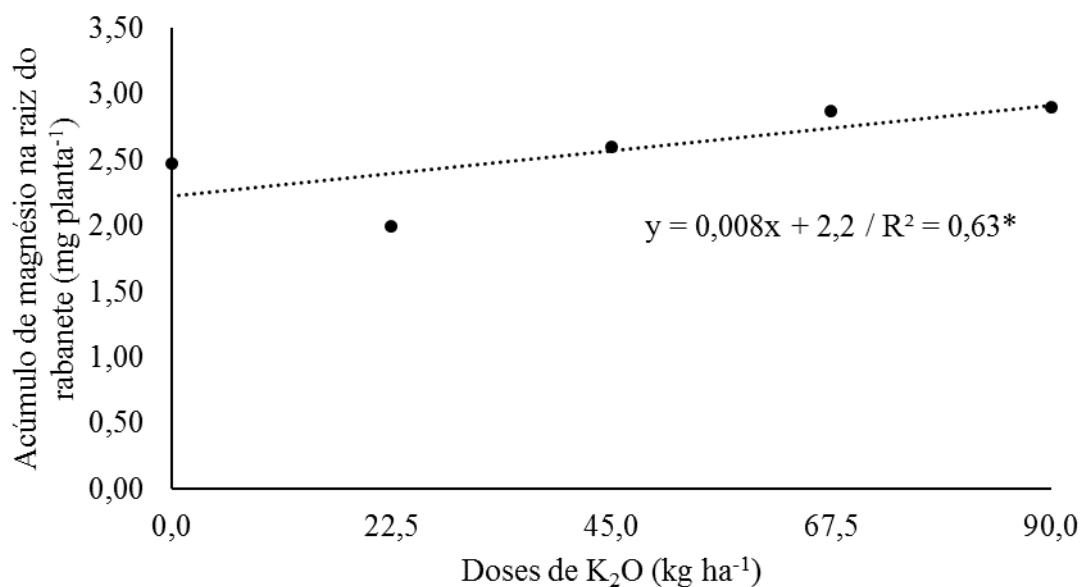


Figura 9. Acúmulo de magnésio na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função das doses de K₂O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.

Não foram observadas diferenças significativas para o acúmulo de fósforo, cálcio e enxofre na raiz do rabanete em função das doses de potássio aplicados em cobertura (Tabela 4), sendo proporcional ao acúmulo de massa da matéria seca da raiz. A ordem decrescente de acúmulo de macronutrientes pela raiz do rabanete foi: $K > N > Ca > P > S > Mg$. Em beterraba, Magro (2011) observou comportamento diferente para acúmulo de nutriente: $K > N > P > Mg > Ca > S$.

Tabela 4. Acúmulo de fósforo (P), cálcio (Ca) e enxofre (S) na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função das doses de potássio aplicado em cobertura FCA/UNESP, 2016.

Doses de K ₂ O (kg ha ⁻¹)	P	Ca	S
	mg planta ⁻¹		
0,0	47,00	7,30	3,62
22,5	45,00	6,05	3,37
45,0	50,25	7,15	3,62
67,5	54,00	7,70	4,25
90,0	55,50	7,45	3,87
F	0,93 ^{ns}	1,97 ^{ns}	1,18 ^{ns}
CV (%)	18,38	12,72	16,24

ns = não significativo a 5% de probabilidade

4.3 Características físico-químicas e bioquímicas das raízes

Foi observada interação significativa entre a adubação potássica e o período de armazenamento das raízes de rabanete para as seguintes características: pH, acidez titulável, ácido ascórbico, compostos fenólicos, pigmentos (carotenoides e antocianinas totais) e atividade da peroxidase. Para as características como perda de massa, sólidos solúveis e açúcar redutor, ocorreu somente efeito significativo para os fatores isoladamente (Apêndice).

Para perda de massa foi observado efeito significativo no período de armazenamento em função da adubação potássica, com diminuição na porcentagem de perda de massa com o aumento nas doses de potássio aplicadas em cobertura (Figura 10). A maior porcentagem de perda de massa foi observada na dose 0 kg ha⁻¹ K₂O aos 28 dias de armazenamento (2,58 %), onde conforme houve aumento nas doses de potássio aplicado foi observado reduções significativas na porcentagem de perda de massa durante o período de armazenamento.

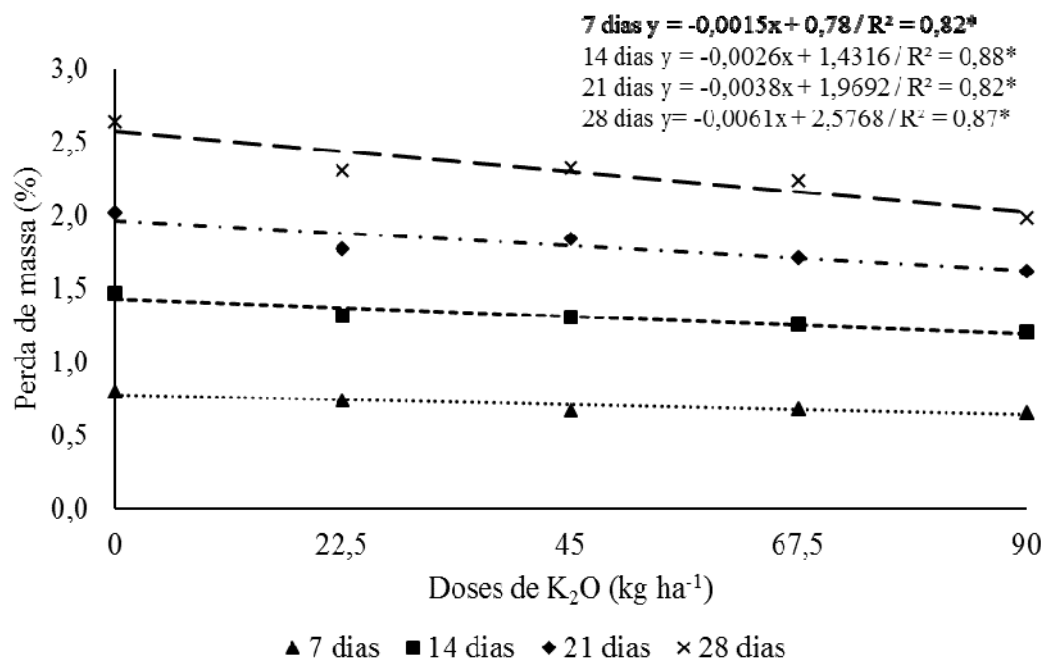


Figura 10. Perda de massa da raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função da adubação potássica em cobertura, armazenado por 28 dias a temperatura de $5 \pm 1\ ^\circ C$ e umidade relativa (UR) $85 \pm 5\ %$. FCA/UNESP, 2016.

A perda de massa é variável de acordo com a natureza do produto, a temperatura e a umidade relativa do ambiente, mostrando-se maior durante as primeiras horas ou primeiros dias de armazenamento, ou quando mais longo for esse período e/ou em temperatura mais elevada, estando relacionada ao processo de transpiração (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Neste trabalho, o rabanete se encontrava em condições de atmosfera modificada (embaladas em filme plástico (PVC) e armazenadas em câmara fria ($5 \pm 1\ ^\circ C$ e $85 \pm 5\ %$ UR), o que influenciou na baixa perda de massa obtida.

Neste caso, o potássio provocou um aumento de água nas células vegetais, reduzindo a taxa de transpiração por sua influência no mecanismo de abertura e fechamento de estômatos, que está relacionado a manutenção do equilíbrio osmótico na célula.

Também foi observado efeito significativo para a adubação potássica em função do período de armazenamento, apresentando uma linear crescente nos tratamentos, com destaque para a dose $90\ kg\ ha^{-1}\ K_2O$ que apresentou a menor porcentagem em perda de massa durante todo o período armazenado (28 dias) (Figura 11). De modo geral, pode-se dizer que nas condições deste trabalho, as raízes de rabanete

apresentaram baixa porcentagem de perda de massa fresca durante os 28 dias de armazenamento, com máxima de perda de 2,64 %.

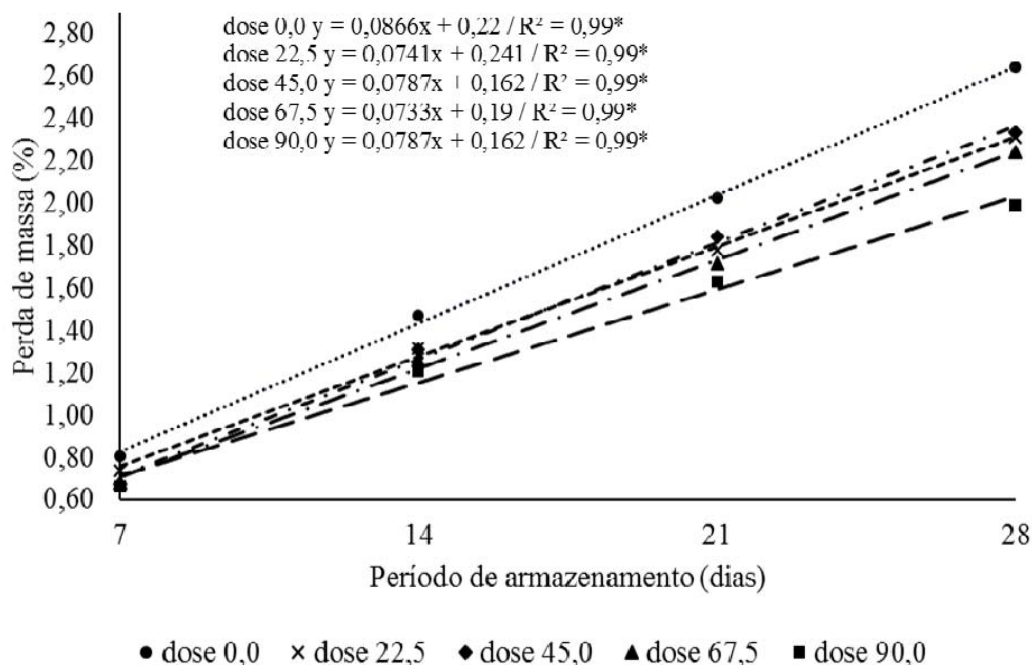


Figura 11. Perda de massa da raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função do período de armazenamento a temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %, nas diferentes doses de K_2O aplicados em cobertura. FCA/UNESP, 2016.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), perdas na ordem de 3 a 6 % são suficientes para acarretar um declínio na qualidade pós-colheita, causando murchamento. Neste trabalho, a porcentagem de perda de massa apresentou-se menor que a citada na literatura, mostrando a influência positiva não somente da adubação potássica, como também, das condições de armazenamento.

Os rabanetes são normalmente vendidos em maços, folhas e raízes unidas, que os tornam mais propensas à desidratação. Se a perda total de água ultrapassar 5 %, os rabanetes perdem sua turgescência, reduzindo a sua vida útil e sua qualidade (LUENGO; CALBO, 2001) sendo esta porcentagem superior a observada neste experimento.

Del Aguila et al. (2006a), trabalhando com rabanetes inteiro armazenados sob diferentes temperaturas (1, 5 e 10 °C) observaram que após 10 dias de armazenamento à 5 °C apresentaram perda de massa em torno de 2,5 %, resultado

semelhante ao encontrado neste experimento. Porém, Ayub et al. (2013), trabalhando com rabanetes inteiros (sem folhas) armazenados por 6 dias à 5 °C e 90 ± 5 % UR, observaram que a perda de massa foi linear crescente, e superior a 5 % o que tornou os rabanetes não comercializáveis. Em rabanetes sem as folhas unidas, sob duas temperaturas 5 e 10 °C, foi observado que não houve perda de massa elevada, atingindo não mais do que 1,3 % até o final do período de armazenamento (9 dias), sendo comparada a perda de massa fresca em rabanetes com folhas unidas (TSOUVALTZIS; BRECHT, 2014), sendo este valor superior ao obtido neste trabalho no 7º dia de armazenamento (0,80 %).

Del Aguila et al. (2006a), trabalhando com rabanetes inteiro armazenados sob diferentes temperaturas (1, 5 e 10 °C) observaram que após 10 dias de armazenamento à 5 °C apresentaram perda de massa em torno de 2,5 %, resultado semelhante ao encontrado neste experimento. Porém, Ayub et al. (2013), trabalhando com rabanetes inteiros (sem folhas) armazenados por 6 dias à 5 °C e 90 ± 5 % UR, observaram que a perda de massa foi linear crescente, e superior a 5 % o que tornou os rabanetes não comercializáveis. Em rabanetes sem as folhas unidas, sob duas temperaturas 5 e 10 °C, foi observado que não houve perda de massa elevada, atingindo não mais do que 1,3 % até o final do período de armazenamento (9 dias), sendo comparada a perda de massa fresca em rabanetes com folhas unidas (TSOUVALTZIS; BRECHT, 2014), sendo este valor superior ao obtido neste trabalho no 7º dia de armazenamento (0,80 %).

Para pH, foram observadas diferenças significativas entre as doses de potássio aplicadas em relação ao período de armazenamento (Figura 12). Com exceção do dia 0 onde não se obteve diferença significativa, com média de 6,05, no 14º e 21º dias de armazenamento foram obtidas reduções lineares do pH com o aumento da adubação potássica. No 7º e 28º dia de armazenamento apresentaram ajuste da equação quadrática onde obteve-se no 28º dia o menor valor de pH (6,09) na dose de $90 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$. De modo geral, houve reduções nos valores de pH em função do aumento na adubação potássica.

Esse efeito na redução no pH também foi observado por Fontes et al. (2000) em frutos de tomate, quanto maior a dose de potássio aplicada em cobertura. Entretanto, foi observado que não houve efeito da adubação potássica em cobertura nas culturas da couve-flor (GODOY et al., 2012) e da beterraba (MAGRO et al., 2015). Já em abobrinha-de-moita (ARAÚJO et al., 2014) observaram que o aumento das doses de potássio proporcionou aumento linear no valor de pH, porém, foi um aumento pouco representativo, variando 0,04 unidade para 100 kg ha^{-1} de K_2O aplicados em cobertura.

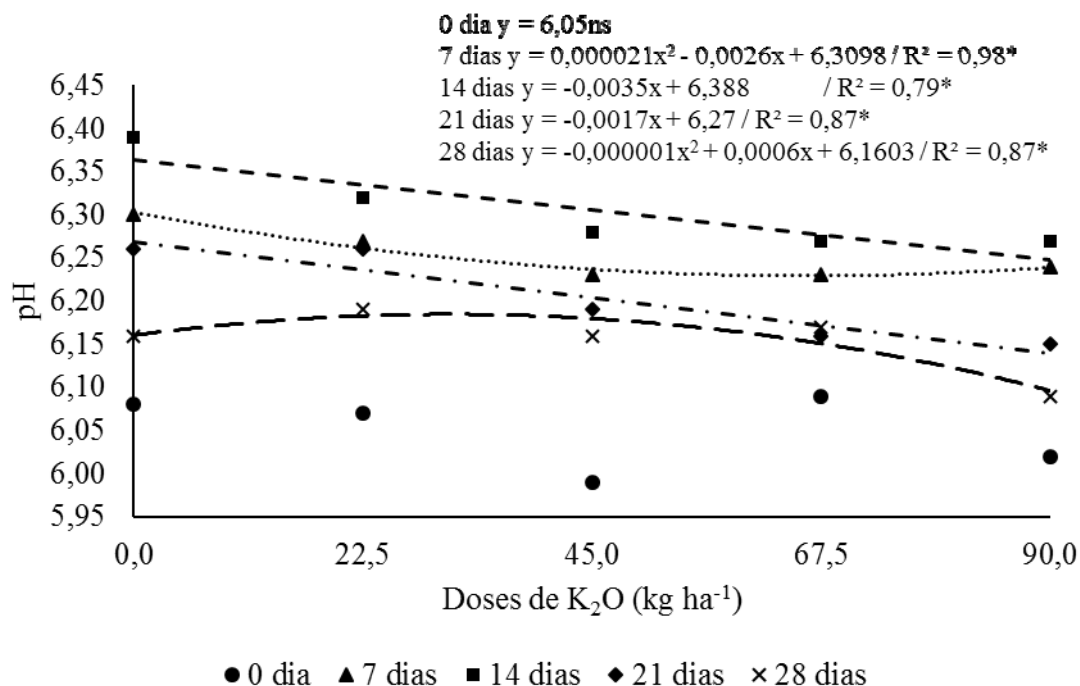


Figura 12. pH da raiz do rabanete ‘Rafina F1’ nas diferentes doses de K_2O aplicados em cobertura, armazenados por 28 dias a temperatura de $5 \pm 1\ ^\circ C$ e umidade relativa (UR) $85 \pm 5\ %$. FCA/UNESP, 2016.

Também foram observadas diferenças significativas com ajuste da equação quadrática, em todos os tratamentos em função do período de armazenamento (Figura 13). Em geral, o máximo valor de pH foi obtido entre o 14º e 16º dias de armazenamento, com as doses mais baixas de potássio 0 e $22,5\ kg\ ha^{-1}$. Trabalhando com rabanetes armazenados a $5\ ^\circ C$ e UR 90 %, em três períodos de armazenamento (0, 1 e 3 dias) Ayub et al. (2013), obtiveram pH entre 6,32 e 6,12, estando estes valores próximos aos encontrados neste experimento.

Para acidez titulável, foram observadas diferenças significativas para o 7º, 14º dia de armazenamento com ajuste linear, e 28º dia com ajuste quadrático, em função da adubação potássica (Figura 14). De modo geral, apresentaram um aumento nos teores de ácido málico conforme houve o aumento nas doses de potássio aplicadas, sendo o maior valor observado na maior dose ao 28º dia.

Os ácidos orgânicos presentes nos tecidos vegetais encontram-se associados com seus sais de potássio e constituem sistemas tampões que regulam a atividade enzimática (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Assim, maiores concentrações de potássio no suco celular demandam maior proporção de ácidos dissociados que devem estar presentes para garantir o equilíbrio de cargas negativas e positivas no meio

(MALAVOLTA, 2006) semelhante ao que foi observado em relação ao rabanete em que o aumento do teor de potássio resultou no aumento da acidez titulável e na diminuição do pH nas raízes.

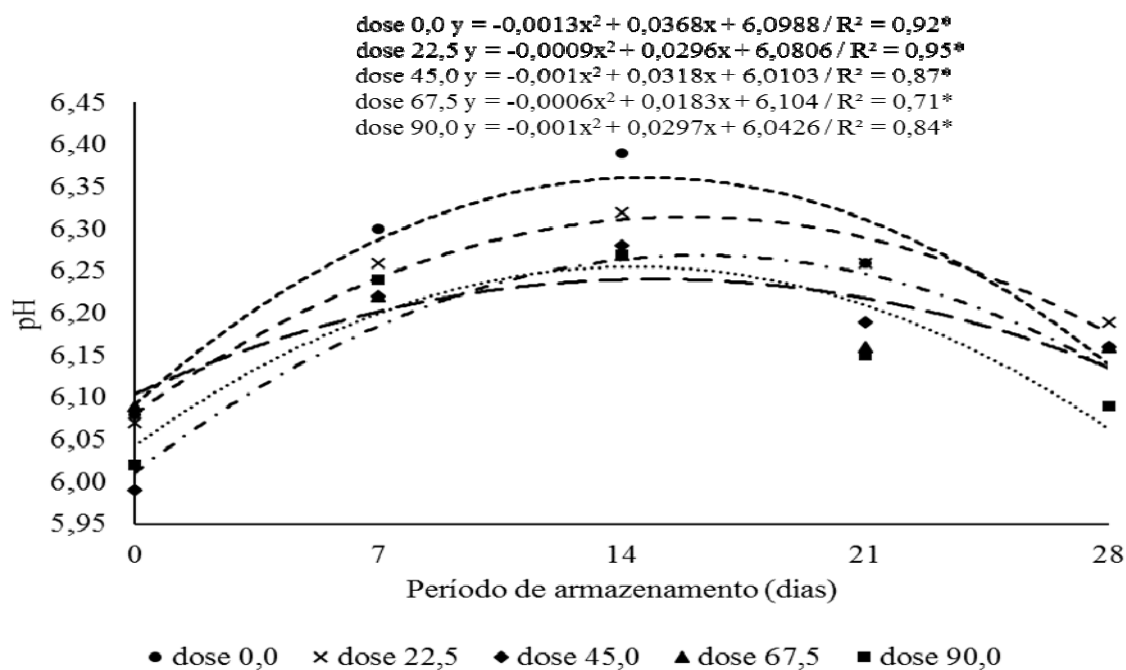


Figura 13. pH da raiz do rabanete 'Rafina F1' em função do período de armazenamento a temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %, nas diferentes doses de K_2O aplicados em cobertura. FCA/UNESP, 2016.

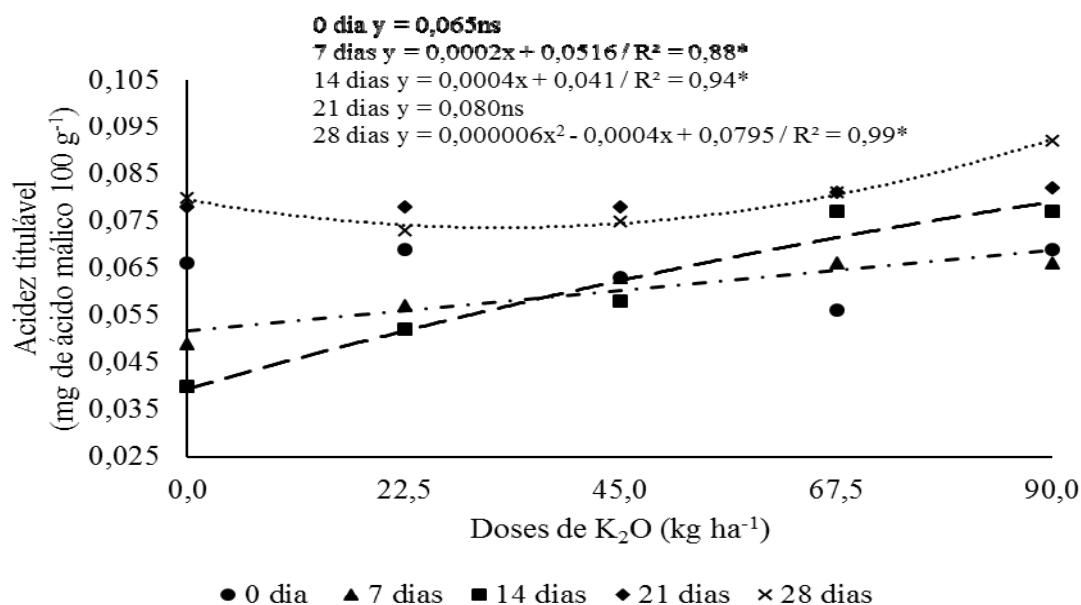


Figura 14. Acidez titulável (mg ácido málico 100g⁻¹) da raiz do rabanete ‘Rafina F1’ nas diferentes doses de K₂O aplicado em cobertura, armazenados por 28 dias a temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %. FCA/UNESP, 2016.

Esse aumento nos teores de acidez titulável em função da adubação potássica foi verificado também em frutos de tomate por Fontes et al. (2000). Porém, Araújo et al. (2014), obtiveram reduções lineares em acidez em função das doses de potássio trabalhando com abobrinha-de-moita. Já em ervilha-torta (SALATA et al., 2011), couve-flor (GODOY et al., 2012) e beterraba (MAGRO et al., 2015) não apresentaram efeito significativo da adubação potássica em cobertura.

Também foram observadas diferenças significativas em todos os tratamentos em função do período de armazenamento, com ajuste da equação cúbica para a dose 0 kg ha⁻¹ K₂O, ajuste da equação quadrática para a dose 22,5 kg ha⁻¹ K₂O e linear para as demais doses (Figura 15). Foi observado aumento nos teores de acidez titulável em função do período de armazenamento, devido à um acúmulo inicial de ácidos orgânicos resultantes da degradação de componentes celulares (MOURA, 1997).

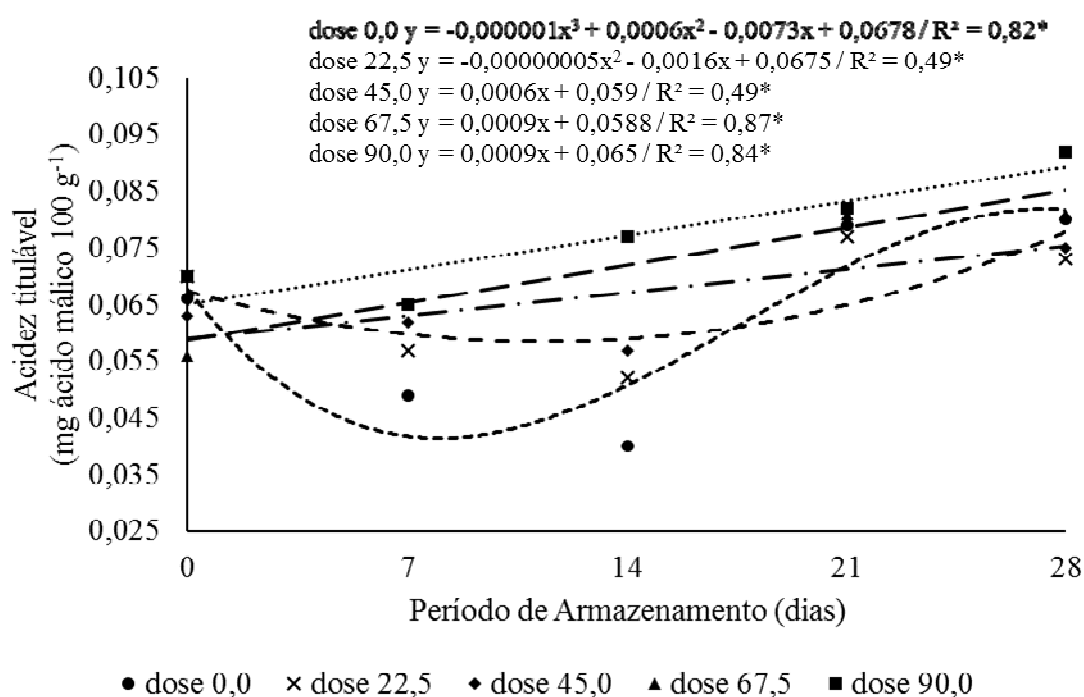


Figura 15. Acidez titulável (mg ácido málico 100 g⁻¹) da raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função do período de armazenamento a temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %, nas diferentes doses de K₂O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.

Del Aguila et al. (2006a), em rabanetes armazenados a diferentes temperaturas (1, 5 e 10 °C) por 10 dias, observaram que à 5 °C houve um aumento nos teores de acidez, de 0,050 para 0,067 % de ácido málico, sendo esses resultados semelhantes aos encontrados neste experimento quando observados os valores referentes ao período de 0 a 10 dias de armazenamento. Após este período houve aumento nos teores de acidez titulável até os 28 dias de armazenamento o que pode evidenciar o início do processo de senescência do rabanete. O mesmo foi observado por Ayub et al. (2013), em rabanetes armazenados a 5 °C e UR 90 ± 5 %, por 6 dias, obtiveram resultado linear crescente na acidez em função do período armazenado.

Para os teores de ácido ascórbico, não foram observadas diferenças significativas entre o período de armazenamento em função da adubação potássica, com exceção do dia 0, onde houve diminuição com o aumento das doses de potássio aplicado em cobertura (Figura 16).

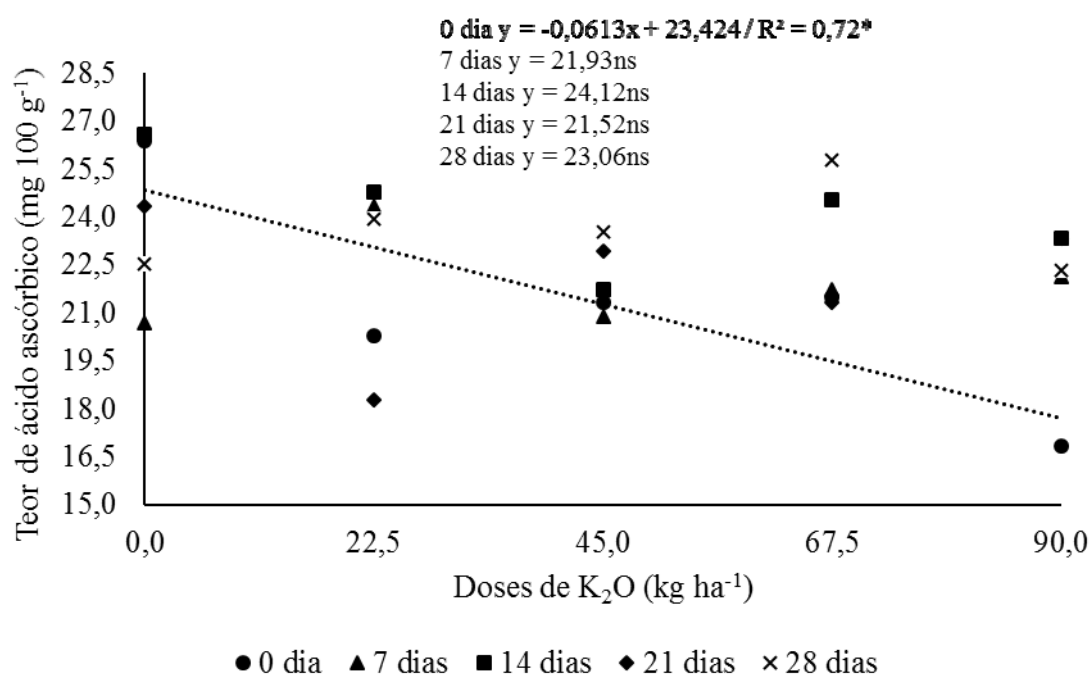


Figura 16. Teor de ácido ascórbico (mg 100g⁻¹) na raiz do rabanete 'Rafina F1' nas diferentes doses de K₂O aplicado em cobertura, armazenados por 28 dias a temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %. FCA/UNESP, 2016.

As perdas de ácido ascórbico são minimizadas quando os produtos hortícolas são manipulados a evitar danos físicos, perda de água (murchamento), atrasos

para inserir no processo de resfriamento e baixas concentrações de O_2 em condições de atmosfera modificada (BRECHT et al., 2010). Neste experimento, a adubação potássica contribuiu para a diminuição na perda de água pela raiz (Figura 10), o manejo adequado diminuiu injúrias mecânicas e o ataque por patógenos, e também as condições de armazenamento no qual foram submetidos os produtos (atmosfera modificada com temperatura e umidade relativa controlada) manteve os teores de ácido ascórbico estáveis independente da dose de potássio aplicada. Godoy et al. (2012) trabalhando com adubação potássica em couve-flor, não obteve resposta significativas para teores de ácido ascórbico em função das doses de potássio, com média de $41,63 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, comportamento semelhante ao observado neste experimento.

Em relação ao período de armazenamento, não foram observadas diferenças significativas para os tratamentos 0, 22,5 e 45 kg ha^{-1} de K_2O , com média de 22,63; 22,33 e 22,13 $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ de ácido ascórbico, respectivamente (Figura 17).

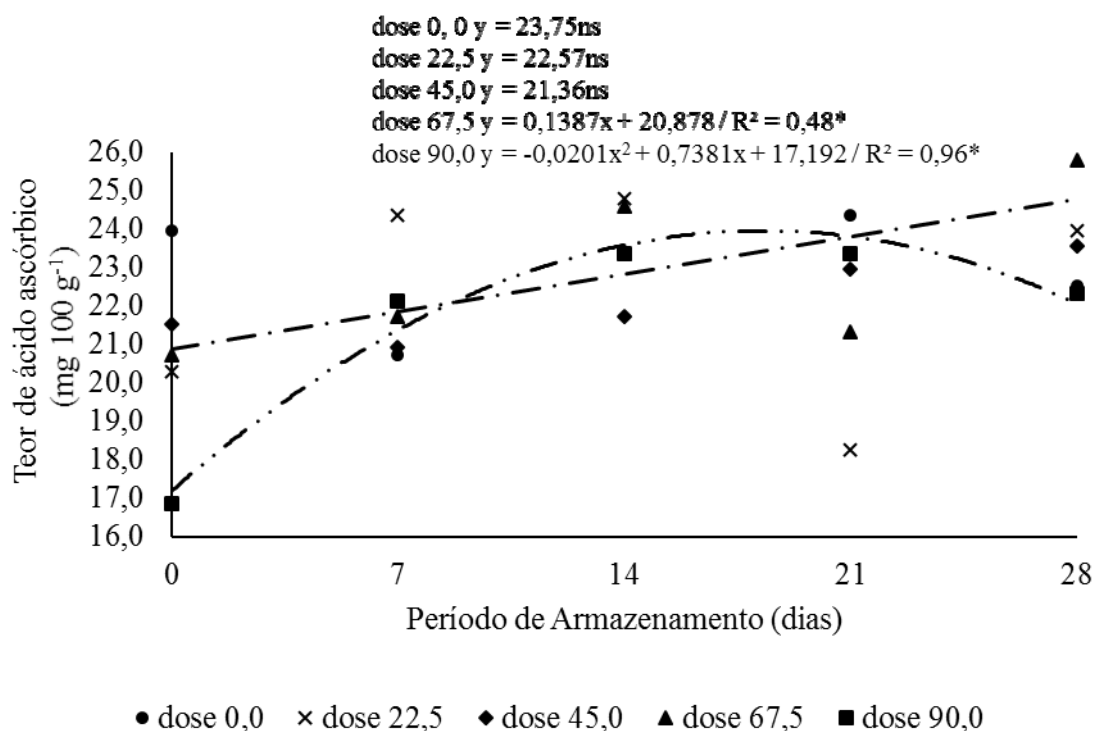


Figura 17. Teor de ácido ascórbico ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) da raiz do rabanete 'Rafina F1' em função do período de armazenamento à temperatura de $5 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e umidade relativa (UR) $85 \pm 5 \%$, nas diferentes doses de K_2O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.

Foi observado que em doses acima da recomendada por Raij et al. (1997), obteve-se um pequeno aumento nos teores de ácido ascórbico em função do período de armazenamento. Os teores de ácido ascórbico encontrados neste experimento, assemelham-se aos encontrados em rabanete por, Del Aguila et al. (2006b) (22,45 mg 100g⁻¹), Lu et al. (2008) (14,16 – 33, 41 mg 100g⁻¹), Bangash et al. (2011) (20 – 22,5 mg 100g⁻¹) e por Goyeneche et al. (2015) (16,59 mg 100g⁻¹).

Para sólidos solúveis foram observados diferença significativa entre o período de armazenamento em função da adubação potássica, apresentando diminuição nos teores com o aumento das doses de potássio aplicado em cobertura (Figura 18). Não houve diferença significativa entre as doses no 14º dia de armazenamento, e no 28º dia observou-se ajuste da equação quadrática, com diminuição no teor de sólidos solúveis até a dose de 47,5 kg ha⁻¹ de K₂O, com teor mínimo de 3,02 °Brix, apresentando um aumento logo após esse período.

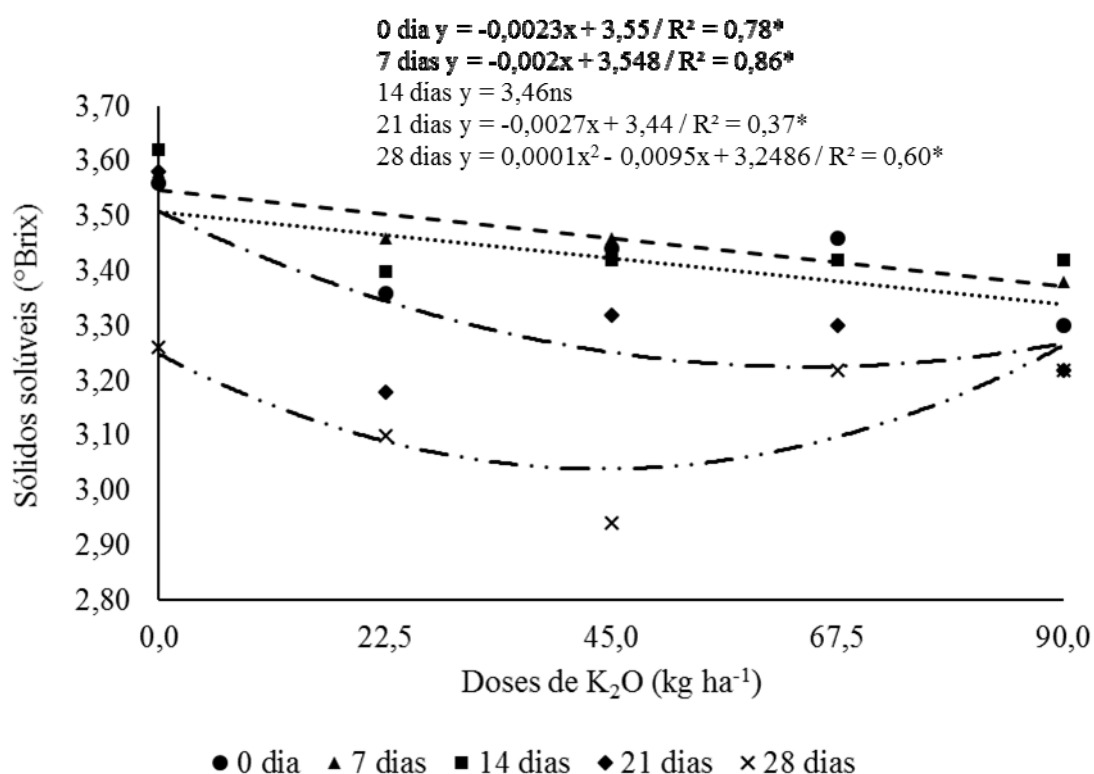


Figura 18. Teores de sólidos solúveis (°Brix) na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ nas diferentes doses de K₂O aplicado em cobertura, armazenados por 28 dias a temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %. FCA/UNESP, 2016.

Pesquisas realizadas com tomate (HARTZ et al., 1999), pimentão (NANNETTI, 2001) e melão (AYDIN et al., 2009), relataram que a adubação potássica propicia aumento nos teores de sólidos solúveis pelo papel importante deste nutriente na translocação de fotossintatos e na ativação de diversas enzimas. No entanto, neste experimento foi observado que a adubação potássica reduziu os teores de sólidos solúveis em rabanete. Há ainda relatos com outras hortaliças como abobrinha-de-moita (ARAÚJO, 2011), ervilha-torta (SALATA et al., 2011), couve-flor (GODOY et al., 2012) e beterraba (MAGRO, 2012) onde a adubação potássica não afetou nos teores de sólidos solúveis.

Foi observado diminuição nos teores de sólidos solúveis entre os tratamentos em função do período de armazenamento (Figura 19), com exceção da dose de 90 kg ha⁻¹ de K₂O, com média de 3,3 °Brix. A dose 0 kg ha⁻¹ de K₂O apresentou aumento nos teores até o 14º dia de armazenamento e diminuição após este período.

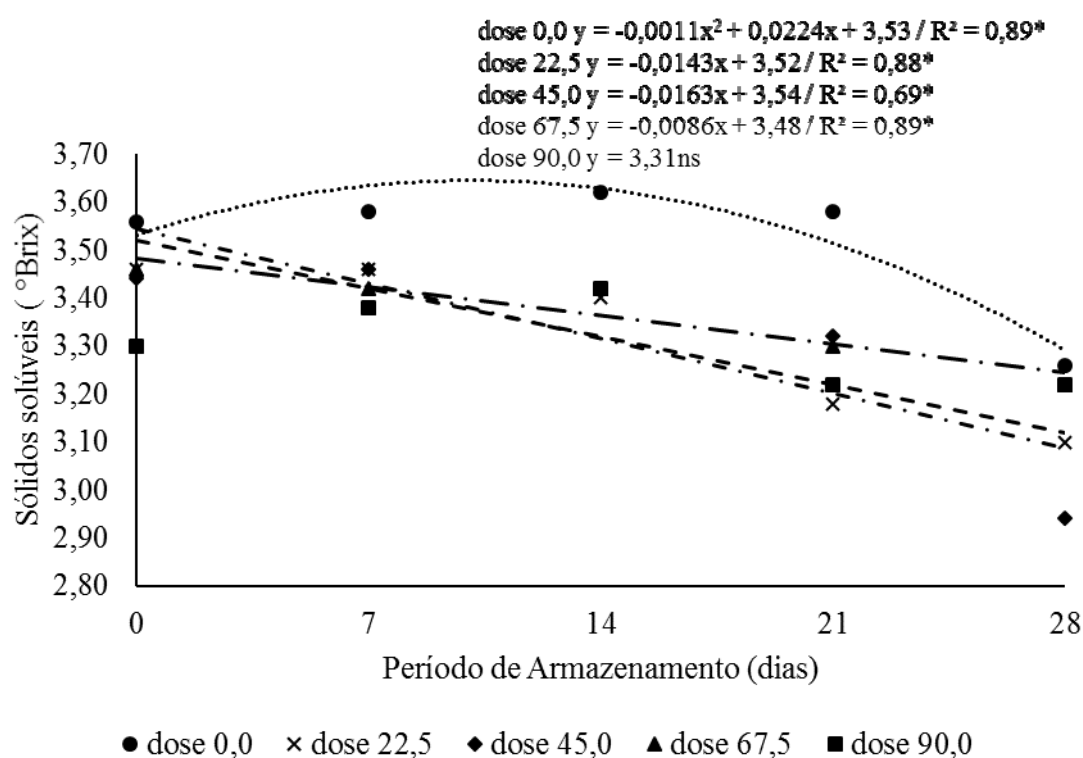


Figura 19. Teores de sólidos solúveis (°Brix) na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função do período de armazenamento à temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %, nas diferentes doses de K₂O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.

O mesmo foi observado por Ayub et al. (2013) em rabanetes armazenados a 5 °C e UR 90 ± 5 % por 6 dias, com diminuição nos teores de sólidos solúveis corroborando com os resultados encontrados neste experimento. Já Del Aguila et al. (2006a), trabalhando com rabanetes armazenados por 10 dias sob diferentes temperaturas (1, 5 e 10 °C) observaram que não houve diferença significativa nos teores de sólidos solúveis durante o período de armazenamento, quando armazenado à 5 °C.

Para açúcares redutores houve diferença significativa entre o período de armazenamento em função da adubação potássica, com exceção do 14º dia de armazenamento, com média de 1,58 %. Foi observado diminuição nos teores de açúcares redutores com o aumento da adubação potássica. Os períodos de 7 e 28º dia de armazenamento apresentaram ajuste da equação quadrática, com menores teores açúcares redutores (1,42 %), nas doses 48,33 e 58,88 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente (Figura 20).

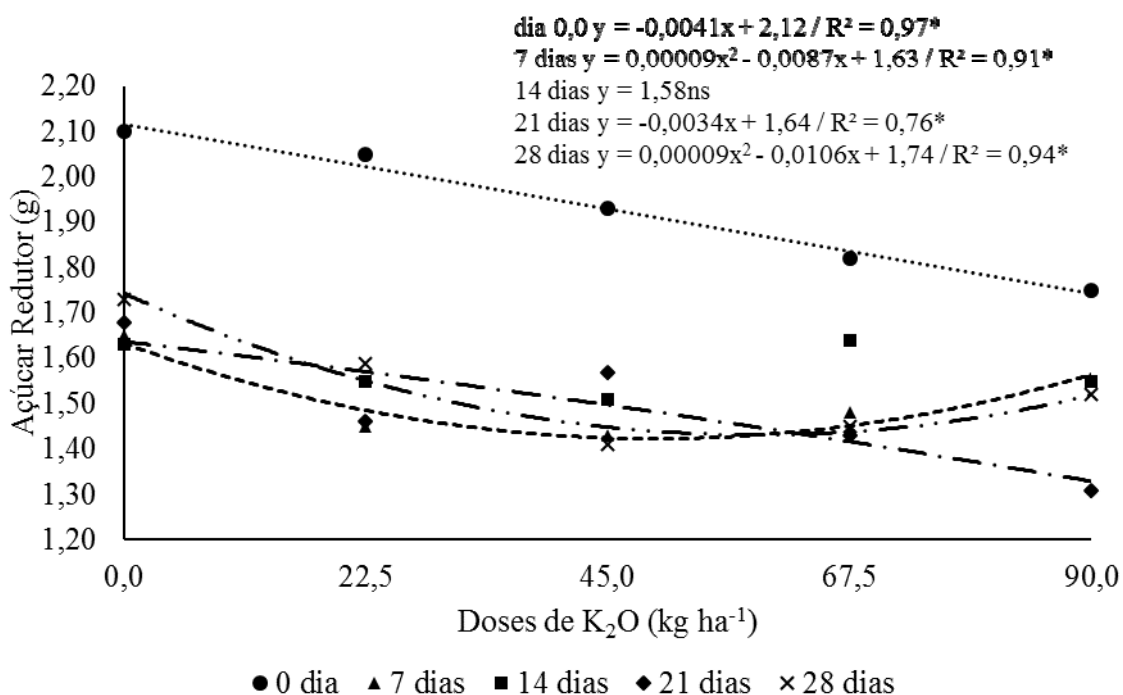


Figura 20. Açúcares Redutores (%) na raiz do rabanete 'Rafina F1' nas diferentes doses de K₂O aplicado em cobertura, armazenados por 28 dias à temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %. FCA/UNESP, 2016.

Na literatura, são inexistentes os trabalhos que determinam os açúcares redutores em rabanete. Aquino et al. (2009), relataram que os sólidos solúveis oferecem uma estimativa do conteúdo de açúcares no tecido vegetal, que se constitui em

importantes características qualitativas para as raízes. De fato, os sólidos solúveis constituem todas as substâncias que se encontram dissolvidas na água dos alimentos, e sendo os açúcares os constituintes em maior qualidade, sendo comum sua associação com os açúcares redutores, maior teor de sólidos solúveis, maior teor de açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Segundo Yamada (1995), o potássio melhora a eficiência do uso da água pela planta e assim provoca uma maior translocação de carboidratos produzidos nas folhas para os órgãos de reserva, consequentemente uma maior eficiência enzimática. Neste experimento, foi verificada reduções em ambas as características, sólidos solúveis e açúcares redutores, consequentemente devido ao aumento nas doses do nutriente provocar uma maior concentração de água nas raízes, diminuindo assim os teores de açúcares. Os teores de açúcares redutores obtidos em ervilha-torta por Salata et al., (2011), em couve-flor por Godoy et al. (2012) em beterraba por Magro et al. (2015) não apresentaram efeito significativo em função da adubação potássica, diferindo do observado para os rabanetes deste experimento.

Também houve diferenças significativas entre os tratamentos em relação ao período de armazenamento, apresentando diminuição nos teores de açúcares redutores em função do período de armazenamento (Figura 21). Para as doses 0, 22,5 e 45 kg ha⁻¹ de K₂O observou-se efeito quadrático, onde os menores teores de açúcares redutores foram observados entre o 17º e 22º dia de armazenamento.

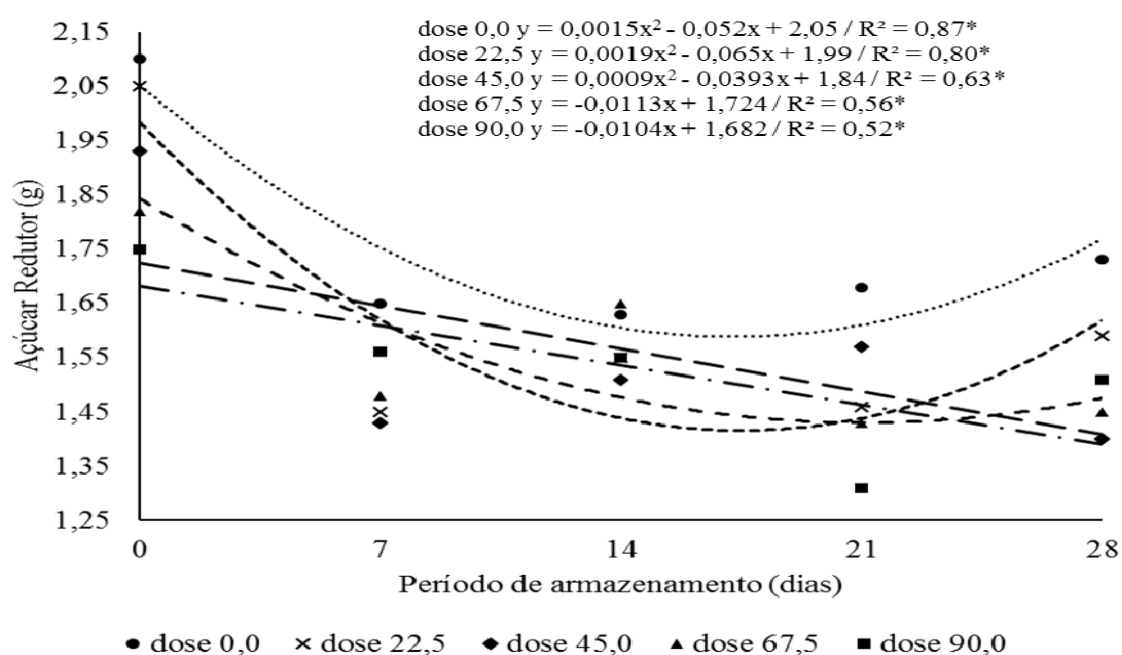


Figura 21. Açúcares Redutores (%) na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função do período de armazenamento à temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) $85 \pm 5\%$, nas diferentes doses de K_2O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.

Para os teores de carotenoides totais houve diferença significativa entre o período de armazenamento em função da adubação potássica, com exceção do 28º dia de armazenamento, com média de $138,41 \mu\text{g g}^{-1}$. Foi observado diminuição nos teores de carotenoides com o aumento da adubação potássica, porém, com exceção do 14º dia de armazenamento que apresentou efeito quadrático, com posterior aumento nos teores (Figura 22). Esse resultado indica que a adubação potássica tem efeito sobre as concentrações de carotenoides totais nas raízes de rabanete. George et al. (2002), trabalhando com diferentes genótipos de batata doce, observaram que os teores de carotenoides totais aumentaram significativamente com o aumento da adubação potássica naqueles materiais que apresentaram polpa alaranjada ou roxa.

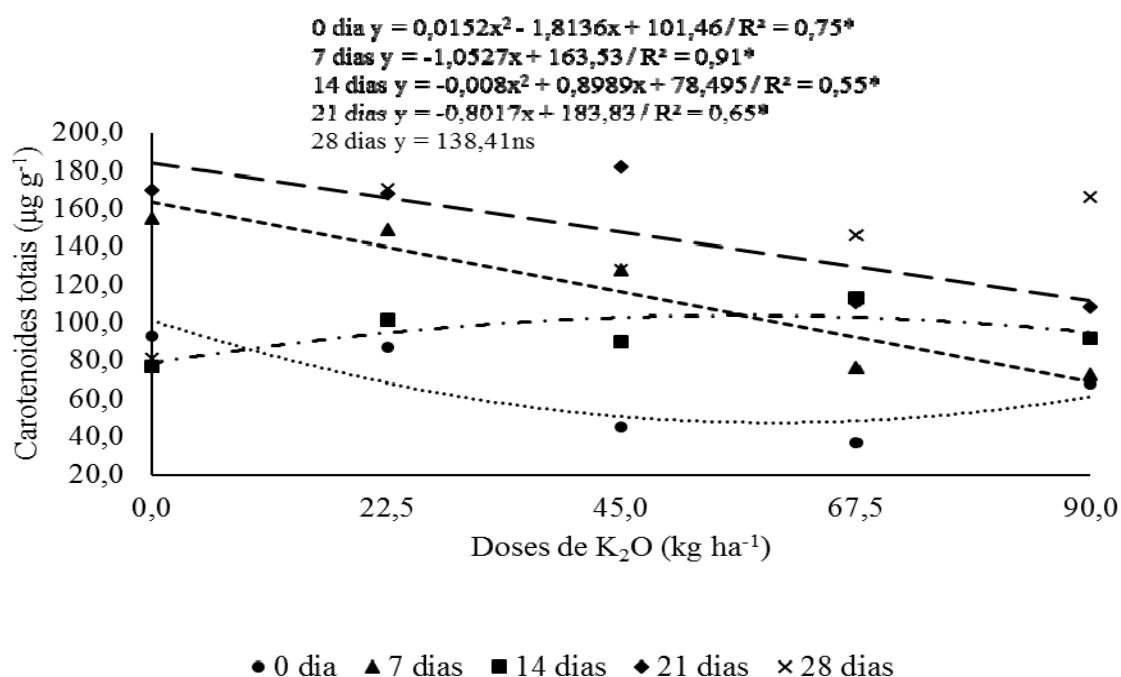


Figura 22. Carotenoides totais ($\mu\text{g g}^{-1}$) na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ nas diferentes doses de K_2O aplicado em cobertura, armazenado por 28 dias a temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) $85 \pm 5\%$. FCA/UNESP, 2016.

Também foi observado diferença significativa entre os tratamentos em função do período de armazenamento, com exceção da dose $0 \text{ kg ha}^{-1} K_2O$, com média $115,19 \mu\text{g g}^{-1}$ (Figura 23). Observou-se aumento nos teores de carotenoides totais ao longo

do período de armazenamento. Durante o armazenamento, devido à instabilidade de sua estrutura, os carotenoides podem sofrer isomerização e oxidação, acarretando perda do poder corante e consequentemente perda e diminuição de atividade antioxidante e pró-vitamínica. A oxidação ou decomposição da cadeia de carotenoides ocorre devido ao aumento da temperatura, exposição à luz, presença de enzimas, de radicais livres ou a alta concentração de oxigênio (RIOS et al., 2009). Para o rabanete, no caso deste experimento, observou-se comportamento diferente ao exposto pela literatura.

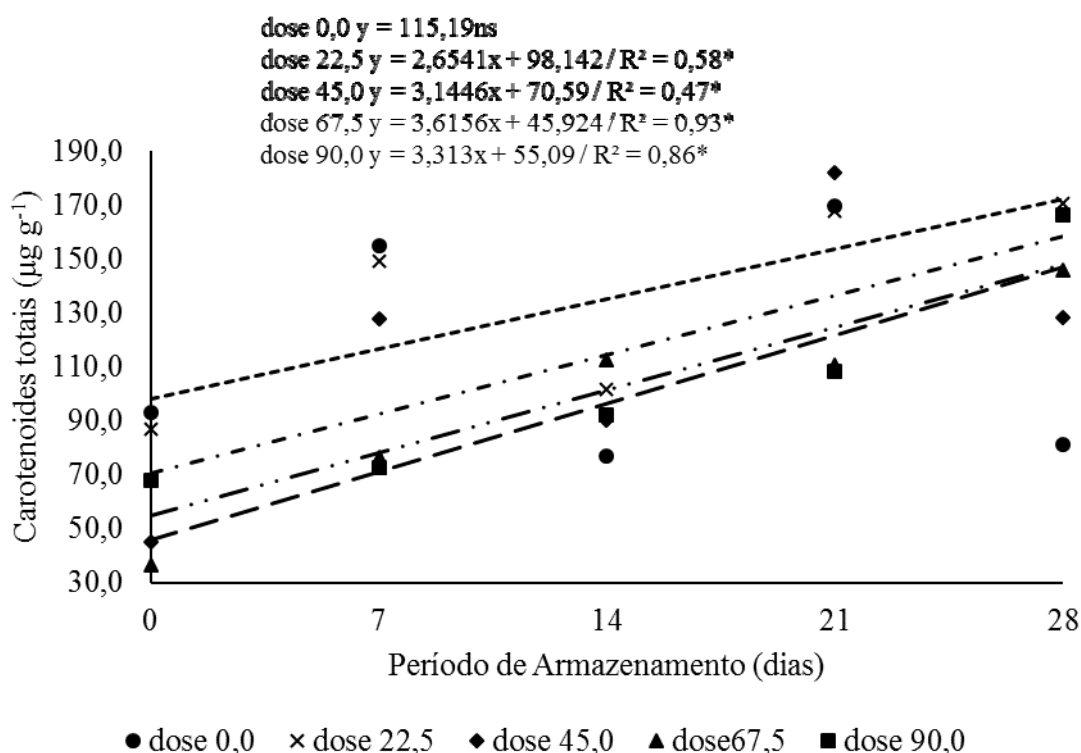


Figura 23. Carotenoides totais ($\mu\text{g g}^{-1}$) na raiz do rabanete 'Rafina F1' em função do período de armazenamento à temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %, nas diferentes doses de K_2O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.

Para antocianinas totais foram observadas diferenças significativas entre o período de armazenamento em função da adubação potássica (Figura 24). Observou-se diminuição nos teores de antocianinas totais com o aumento nas doses de potássio aplicado em cobertura, com exceção aos 28 dias que apresentou acentuado aumento. Estudando as concentrações de antocianinas presentes em alimentos comuns consumidos pelo norte americanos, Wu et al. (2006) encontraram $116 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ de

antocianinas totais em raízes de rabanete. Este valor sendo transformado a $\mu\text{g g}^{-1}$ assemelha-se aos valores encontrados neste trabalho.

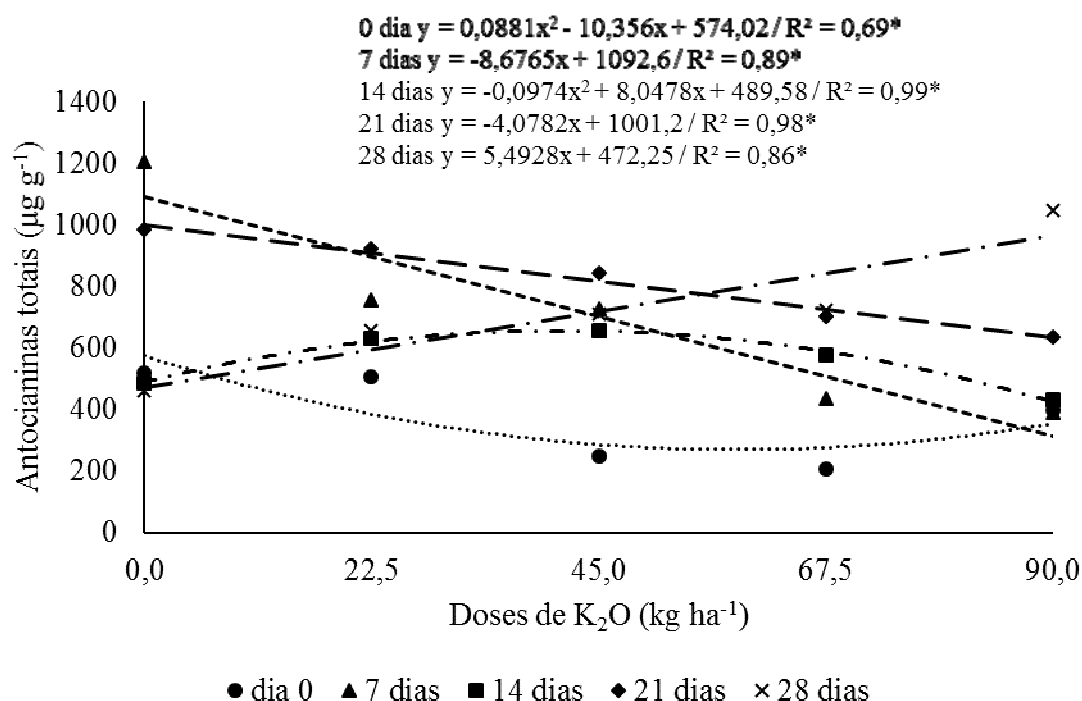


Figura 24. Antocianinas totais ($\mu\text{g g}^{-1}$) na raiz do rabanete 'Rafina F1' nas diferentes doses de K_2O aplicados em cobertura, armazenados por 28 dias a temperatura de $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa (UR) $85 \pm 5\%$. FCA/UNESP, 2016.

Schreiner (2005) trabalhando com estratégias e manejo de hortaliças para aumentar a quantidade de fitoquímicos, verificou que no rabanete a quantidade de antocianina presente depende de fatores como a escolha da cultivar (material genético), a atividade da radiação fotossintética, variações de temperatura, tipos de solo, sendo assim dependentes totalmente do clima na pré-colheita. Provavelmente essa tendência de diminuição nos teores de antocianinas e carotenoides possam ser relacionados ao fator manejo da adubação.

Também foi observado diferença significativa entre os tratamentos em função do período de armazenamento, com exceção das doses 0 e $22,5 \text{ kg ha}^{-1}$ com médias de $730,97$ e $694,26 \mu\text{g g}^{-1}$ respectivamente (Figura 25). Observou-se aumento nos teores em função do período de armazenamento, com efeito quadrático para as doses $45,0$ e $90,0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$, sendo que ao 19º dia de armazenamento a dose $45,0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ apresentou o maior teor de antocianina totais, $814,46 \mu\text{g g}^{-1}$. Em cenouras roxas, Alasalvar

et al. (2005), não observaram diferença significativa para este parâmetro em função do período de armazenamento.

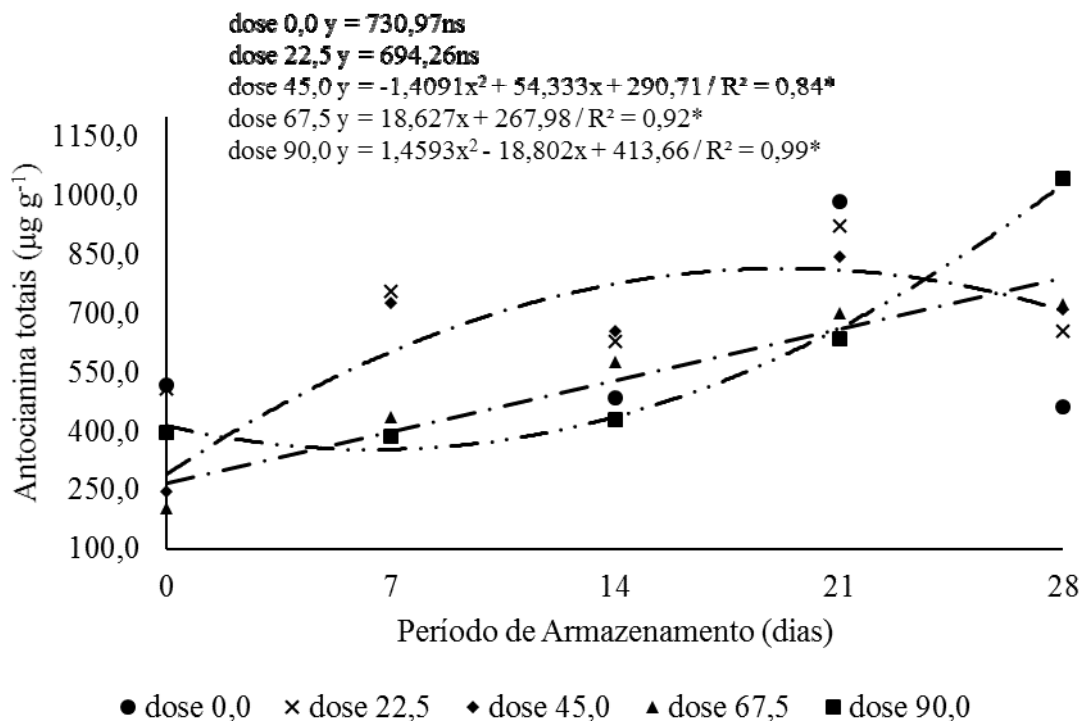


Figura 25. Antocianinas totais ($\mu\text{g g}^{-1}$) na raiz do rabanete 'Rafina F1' em função do período de armazenamento à temperatura de $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa (UR) $85 \pm 5\%$, nas diferentes doses de K_2O aplicados em cobertura. FCA/UNESP, 2016.

Para compostos fenólicos houve diferença significativa entre o período de armazenamento em função da adubação potássica. Foi observado diminuição nos teores fenólicos em função das doses de potássio aplicada (Figura 26). Neste experimento as raízes passaram pelo processo de destacamento das suas folhas, onde poderia ser desencadeado resposta à indução a síntese ou degradação de compostos fenólicos em tecidos vegetais.

Foi observado também, somente diferença significativa para o tratamento (dose 22,5 kg ha^{-1} de K_2O) em função do período de armazenamento, com ajuste da equação quadrática, onde obteve-se no 11º dia de armazenamento o maior teor (11,58 mg de ácido gálico 100 g^{-1}) de compostos fenólicos. Os demais tratamentos (0; 45,0; 67,5 e 90 kg ha^{-1} de K_2O) obtiveram médias de 10,20; 8,67; 8,46 e 8,44,

respectivamente, não obtiveram diferença significativa em função do período de armazenamento (Figura 27).

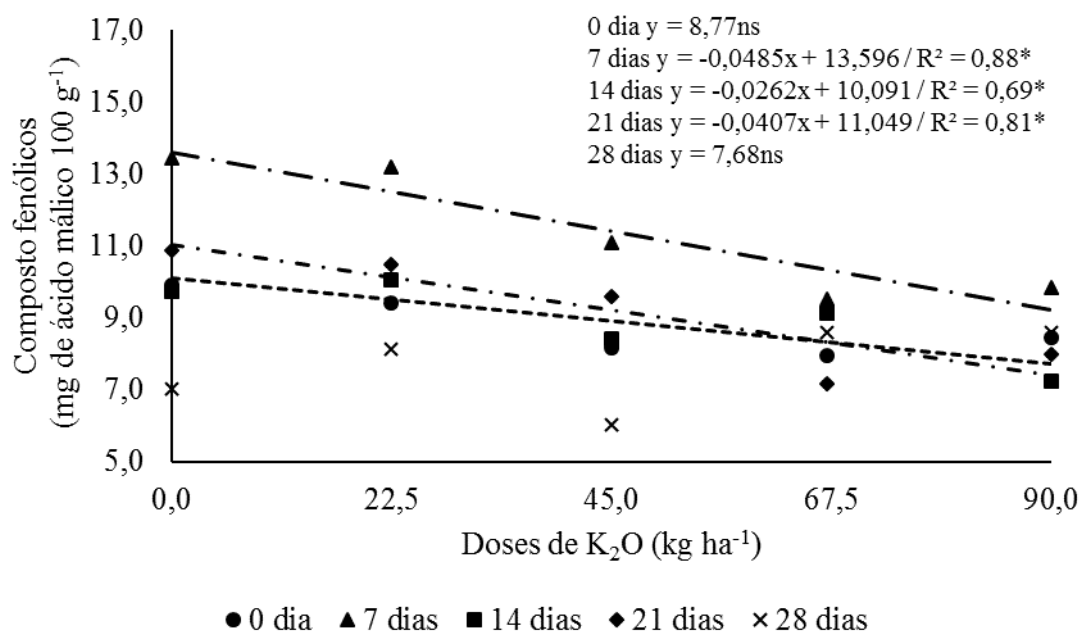


Figura 26. Compostos fenólicos (mg de ácido gálico 100g⁻¹) na raiz do rabanete 'Rafina F1' nas diferentes doses de K₂O aplicados em cobertura, armazenados por 28 dias a temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %. FCA/UNESP, 2016.

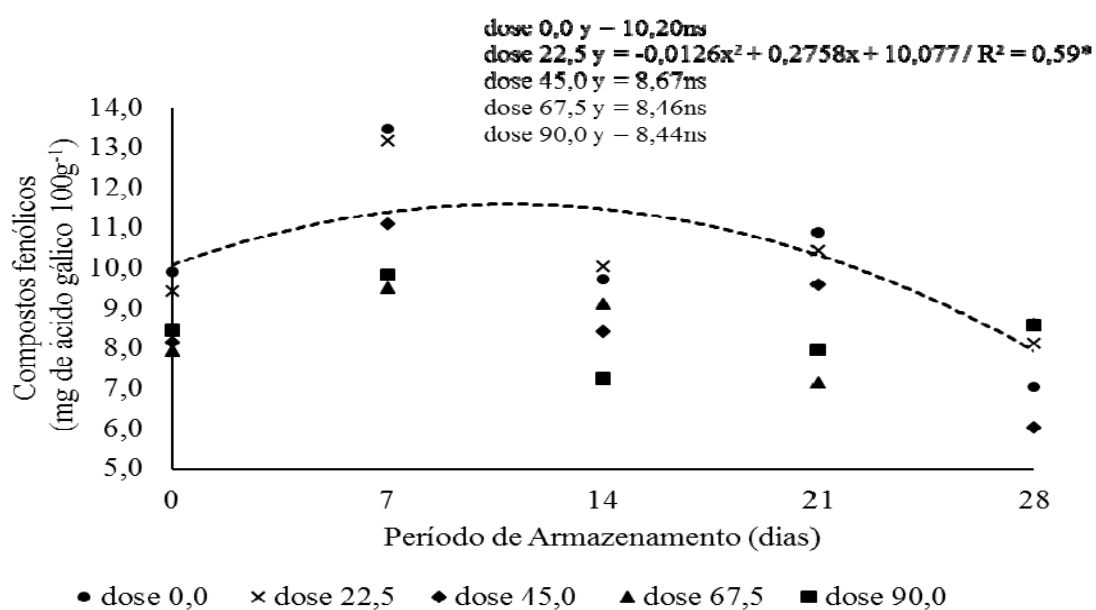


Figura 27. Compostos fenólicos (mg de ácido gálico 100g⁻¹) na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função do período de armazenamento à temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %, nas diferentes doses de K₂O aplicados em cobertura. FCA/UNESP, 2016.

Tsouvaltizis e Brecht (2014), relataram que o teor de compostos fenólicos das raízes de rabanete armazenadas por 9 dias em diferentes temperaturas (5 e 10 °C) com e sem folhas unidas, apresentou aumento nos teores até o 6º dia de armazenamento, com uma posterior diminuição após esse período em rabanetes armazenados sem folha à 5 °C. Esse resultado apresenta comportamento semelhante ao encontrado neste experimento, na dose 22,5 kg ha⁻¹ de K₂O.

Para a atividade enzimática, a peroxidase, verificou-se diferença significativa entre o período de armazenamento em função da adubação potássica. Foi observado diminuição nos teores da enzima peroxidase com o aumento das doses de potássio aplicado, com exceção do dia 0 que apresentou aumento nos teores (Figura 28).

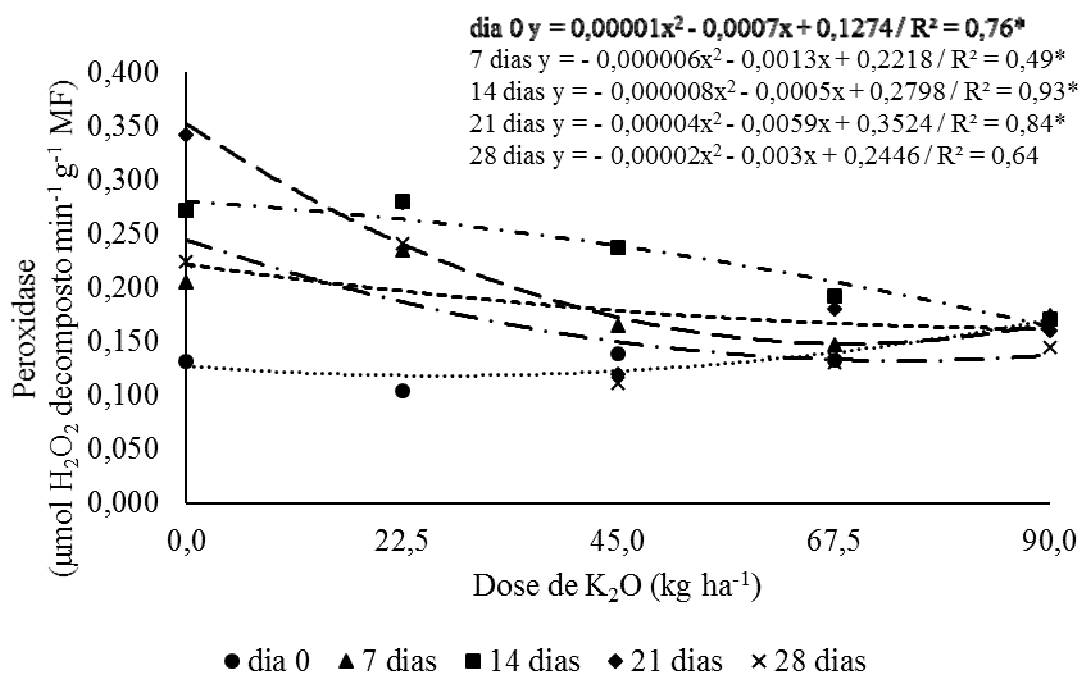


Figura 28. Peroxidase (µmol H₂O₂ decomposto min⁻¹ g⁻¹ MF) na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ nas diferentes doses de K₂O aplicados em cobertura, armazenados por 28 dias a temperatura de 5 ± 1 °C e umidade relativa (UR) 85 ± 5 %. FCA/UNESP, 2016.

Como a peroxidase é uma enzima que catalisa reações redox em vegetais, como lignificação, cicatrização de ferimentos, oxidação de fenóis, defesa de patógenos e regulação da elongação celular (CAMPOS; SILVEIRA, 2003) esta enzima possivelmente atuou de forma intensa após a retirada das folhas unidas, provocando assim um estresse no vegetal, aumentando a atividade enzimática, acelerando a oxidação. Sua atividade está vinculada a modificações em atributos sensoriais como escurecimento, endurecimento e sabores estranhos (CHITARRA; CHITARRA, 2005) estes fatores não foram visualizados neste caso, devido ao importante papel do potássio na preservação da qualidade dos produtos hortícolas. Em escarola, Pavinato et al. (2009), observaram que doses elevadas de potássio proporcionaram inibição da enzima peroxidase que apresentou uma diminuição em, aproximadamente 40% da atividade enzimática com a aplicação de 600 kg ha⁻¹ de K₂O. Esse resultado corrobora com o comportamento da enzima peroxidase encontrados neste experimento.

Foi observado que houve diferença significativa entre os tratamentos em função do período de armazenamento. Houve aumento na atividade da enzima nos tratamentos (0 e 22,5 kg ha⁻¹ de K₂O) com o aumento no período de armazenamento e uma tendência de estabilidade da enzima durante o período (28 dias) em relação aos demais tratamentos (45,0; 67,5 e 90 kg ha⁻¹ de K₂O) (Figura 29).

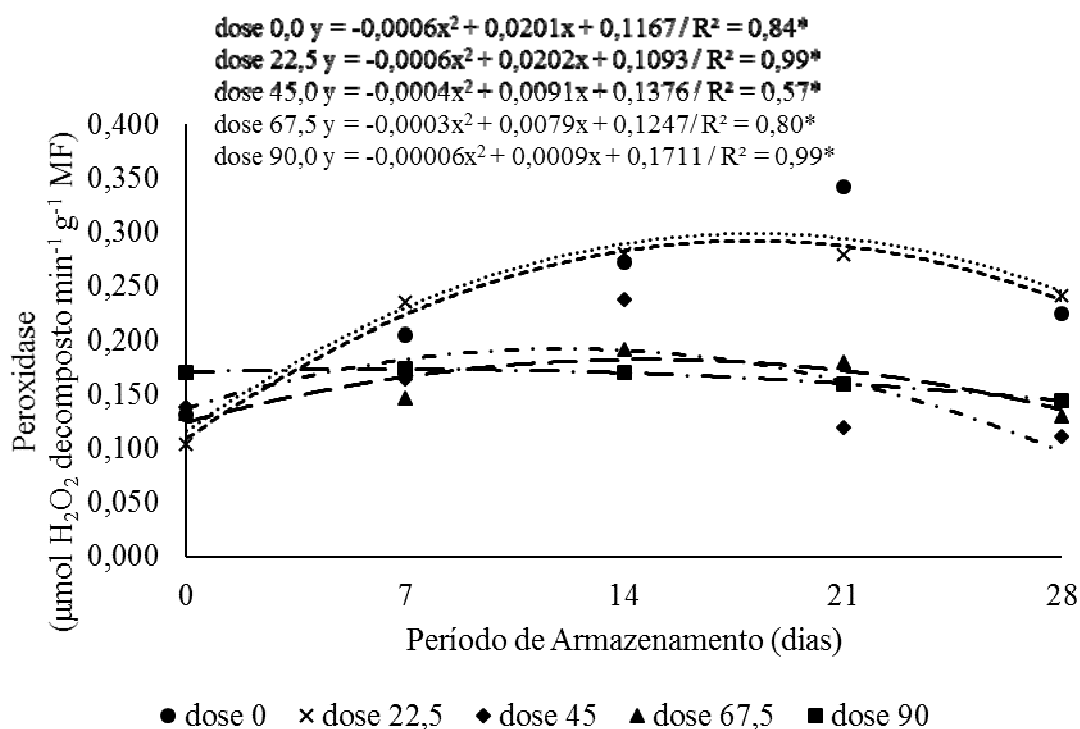


Figura 29. Peroxidase ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ decomposto $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1} \text{MF}$) na raiz do rabanete ‘Rafina F1’ em função do período de armazenamento à temperatura de $5 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e umidade relativa (UR) $85 \pm 5 \%$, nas diferentes doses de K_2O aplicado em cobertura. FCA/UNESP, 2016.

A peroxidase é considerada responsável pela qualidade de armazenamento das hortaliças, por ser muito estável em baixas temperaturas (MARIN; CANO, 1993; CANO; LOBO; ANCOS, 1998). Foi verificado em rabanetes com e sem folhas, armazenados em $10 \text{ }^\circ\text{C}$, que a atividade da enzima aumentou consideravelmente em rabanetes com e sem folhas (TSOUVALTZIS; BRECHT, 2014).

5. CONSIDERAÇÕES GERAIS

- As doses de potássio aplicadas em cobertura influenciaram nas características de produção, proporcionando aumento em altura de plantas, massa da matéria fresca da parte aérea, da raiz e total, porcentagem de raízes comerciais, produtividade, e na diminuição na porcentagem de raízes não comerciais. A dose de 52,4 kg ha⁻¹ de K₂O apresentou maior percentual de raízes comercializáveis (97,7 %) e incremento em produção de 1,05 t ha⁻¹ para cada 10 kg ha⁻¹ de potássio aplicado.

- Para as características vegetativas a ordem decrescente de acúmulo de macronutrientes pela raiz do rabanete em média foi de: K > N > Ca > P > S > Mg.

- Para as características físico-químicas e bioquímicas em função das doses de potássio houve aumento em: acidez titulável; e diminuição em: perda de massa, pH, sólidos solúveis, açúcares redutores, pigmentos (carotenoides e antocianinas totais), compostos fenólicos e na atividade da peroxidase. Para ácido ascórbico a tendência foi de estabilidade dos teores.

- Para as características físico-químicas em função do período de armazenamento houve aumento em: perda de massa, acidez titulável e nos pigmentos (carotenoides e antocianinas totais) e diminuição em: sólidos solúveis e açúcares redutores. Para ácido ascórbico, compostos fenólicos e peroxidase, houve tendência de estabilidade nos teores.

6. CONCLUSÃO

A adubação potássica aplicada em cobertura influenciou nas características de produção (produtividade), físico-químicas e bioquímicas nas raízes de rabanete. Em relação ao período de armazenamento, o potássio influenciou positivamente, dando maiores condições de armazenamento desta hortaliça por um período mais extenso (28 dias).

7. REFERÊNCIAS

ALASALVAR, C.; AL-FARSI, M.; QUANTICK, P. C.; SHAHIDI, F.; WIKTOROWICZ, R. Effect of chill storage and modified atmosphere packaging (MAP) on antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, phenolics and sensory quality of ready-to-eat shredded orange and purple carrots. **Food Chemistry**, London, v. 89, p.69 – 76, 2005.

ALCARDE, J. C.; GUIDOLIN, J.A.; LOPES, A.S. Os adubos e a eficiências das adubações. 3 ed. São Paulo: ANDA, 1998. 43p. (Boletim Técnico 3).

ALVES, A. U; PRADO, R. M.; GONDIM, A. R. O.; FONSECA, I. M.; CECÍLIO FILHO, A. B. Desenvolvimento e estado nutricional da beterraba em função da omissão de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n.2, p.292-295, 2008.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos: uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.

AQUINO, L. A.; PUIATTI, M.; LÉLIS, M. M.; PEREIRA, P. R. G.; PEREIRA, F. H. F. Produção de biomassa, teor e exportação de macronutrientes em plantas de repolho em função de doses de nitrogênio e de espaçamentos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1295-1300, 2009.

ARAÚJO, H. S. **Doses de potássio em cobertura na produção e qualidade de frutos de abobrinha-de-moita**. 2011. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

ARAÚJO, H. S.; CARDOSO, A. I. I.; EVANGELISTA, R. M.; TAKATA, W. H. S.; SILVA, E. G. Característica físico-químicas de frutos de abobrinha-de-moita em função das doses de potássio em cobertura. **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas**, Bogotá, v. 8, n. 2, p. 242-249, 2014.

ARAÚJO, H. S.; JÚNIOR, M. X. O.; MAGRO, F. O.; CARDOSO, A. I. I. Doses de potássio em cobertura na produção de frutos de abobrinha italiana. **Revista Ciência Agrária**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 303-309, 2013.

ARAÚJO, H. S.; QUADROS, B. R.; CARDOSO, A. I. I.; CORRÊA, C. V. Doses de potássio em cobertura na cultura da abóbora. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.42, n.4, p.469 – 475, 2012.

ASHLEY, D. A.; GOODSON, R. D. Effects of time and plant K status on C-labeled photosynthate movement in cotton. **Crop Science**, Madison, v.12, n.5, p. 686 – 690, 1972.
ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry**. 18. ed. Gaithersburg, 2005. 1015 p.

AYDIN, S.; MODOGAN, N.; YAGMUR, B.; GURPINAR, A.; KUÇUK, S. A. **Effects of K₂SO₄ applications on fruit yield and some quality parameters in melon**. 2002. Disponível em: < http://www.toprak.org.tr/isd/can_87.htm>. Acesso em: 21 mai. 2015.

AYUB, R. A.; SPINARDI, B.; GIOPPPO, M. Storage and fresh cut radish. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 2, p. 241-245, 2013.

BANGASH, J. A.; ARIF, M.; KHAN, M.; KHAN, F.; HUSSAIN, I. Proximate composition, minerals and vitamins contents of selected vegetables grown in peshawar. **Journal of the Chemical Society of Pakistan**. v. 33, n. 1, p. 118 – 122, 2011.

BEJO SEMENTES DO BRASIL Ltda. **Sementes Convencionais. Rabanete**. Disponível em: <http://www.bejo.com.br/br/produtos/sementesconvencionais/cultivo.aspx?gewas=SHOP31_193>. Acesso em: 20 ago. 2015.

BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 123-130, 1999.

BLEVINS, D. G. Role of potassium in protein metabolism in plants. In: MUNSON, R. D. (Ed.). **Potassium in Agriculture**. Madison: American Society of Agronomy, p. 131 – 162, 1985.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2005. 1018 p.

BRECHT, J. K.; RITENOUR, M. A.; HAARD, N. F.; CHRISM, G. W. Fisiologia Pós-colheita de tecidos vegetais comestíveis. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**, 4(ed) Porto Alegre, 900p., 2010.

BRITTON, G. **Natural foods colorants**. New York: Blackie. p.141-182, 1992.

CANO, M.P; LOBO, M. G.; ANCOS, B. Peroxidase and polyphenol oxidase in long-term frozen stored papaya slices. Differences among hermaphrodite and female papaya fruits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.76, p. 135 – 141, 1998.

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

CARVALHO, C. R. L.; MANTOVANI, D. M. B.; CARVALHO, P. R. N.; MORAES, R. M. N. **Análise química de alimentos**, Campinas, 1990.

CAVALINI, F. C.; JACOMINO, A. P.; LOCHOSKI, M. A.; KLUGE, R. A.; ORTEGA, E, M. M. Índice de maturidade para goiabas ‘Kumagai’ e ‘Paluma’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n.2, p.176 – 179, 2006.

CEAGESP. Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. Sistemas de informação de mercado da companhia de entrepostos e armazéns gerais de São Paulo. Seção de Economia e Desenvolvimento - Cotações CEAGESP, São Paulo, Brasil, 2015. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/entrepotos/servicos/cotacoes>>. Acesso em: 30 dez. 2015.

CECÍLIO FILHO, A. B.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E, SOUZA, R. J. Deficiência nutricional e seu efeito na produção de rabanete. **Cientifica**, São Paulo, v. 26, p. 231-241, 1998.

CHEUNG, L. M.; CHEUNG, P. C. K.; VINCENT, C. E. Antioxidant activity and total phenolics of edible mushrooms extracts. **Food Chemistry**, London, v. 81, p. 249-255, 2003.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**. 2. ed. Lavras: ESAL, 783 p. 2005.

CORRÊA, C. V.; CARDOSO, A. I. I.; CLAUDIO, M. T. R. Produção de repolho em função de doses e fontes de potássio em cobertura. **Semina**, Londrina, v. 34, p. 2129 – 2138, 2013.

COSTA, A. C. **Estudo da conservação do pêssego (*Prunus persica* L.) minimamente processado**. 2010. 77 f. Tese (Doutorado em Ciências) -Faculdade de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

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

DEL AGUILA, J. S.; SASAKI, F. F.; HEIFFIG, L. S.; ORTEGA, E. M. M.; JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A. Fresh-cut radish using different cut types and storage temperatures. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 40, p. 149-154, 2006a.

DEL AGUILA, J. S.; SASAKI, F. F.; HEIFFIG, L. S.; ORTEGA, E. M. M.; JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A. Quality of fresh cut radish stored in a passive modified atmosphere under refrigeration. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 48, n. 9, p. 19-24, 2006b.

ECHER, F. R. **Nutrição e adubação da batata-doce**. Presidente Prudente: Universidade do Oeste Paulista, 94p., 2015.

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

ESPÍNDOLA, C. R.; TOSIN, W. A. C.; PACCOLA, A. A. Levantamento pedológico da Fazenda Experimental São Manuel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 14, 1973, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1974. p. 650-651.

FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2006. 432 p.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2010. (SISVAR 5. 3. pacote computacional).

FERTILIZANTES HERINGER. Cotação 2015. Cloreto de potássio. Disponível em: <http://www.heringer.com.br/heringer/index_pt.htm>. Acesso em 30 Dez. 2015.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 421 p. 2008.

FONTES, P.C.R.; SAMPAIO, R.A.; FINGER, F.L. Fruit size, mineral composition and quality of trickle-irrigated tomatoes as affected by potassium rates. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.1, p.21-25, 2000.

GABAS, A. L.; TELIS-ROMERO, J.; MENEGALLI, F. C. Cinética de degradação do ácido ascórbico em ameixas liofilizadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 66-70, 2003. Suplemento.

GEORGE, M. S.; LU, G.; ZHOU, W. Genotypic variation for potassium uptake and utilization efficiency in sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). **Fields Crops Research**, Amsterdam, v. 77, p.7-15, 2002.

GODOY, A. R.; SALATA, A. C.; CARDOSO, A. I. I.; EVANGELISTA, R. M.; KANO, C.; HIGUTI, A. R. O. Produção e qualidade pós-colheita de couve-flor em função de doses de potássio em cobertura. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 11, n. 2, p 33-42, 2012.

GÓMES-GALINDO, F.; BRATHEN, E.; KNUTSEN, S. H.; SOMMARIN, M.; GEKAS, V.; SJOHOLN, I. Changes in the carrot (*Daucus carota* L. cv. Nerac) cell wall during storage. **Food Research Internacional**, v. 37, n. 3, p. 225 – 232, 2004.

GOYENECHE, R.; DI SCALA, K.; ROURA, S. Biochemical characterization and thermal inactivation of polyphenol oxidase from radish (*Raphanus sativus* var. *sativus*). **Food Science and Technology**, Reino Unido, v. 54, p. 57-62, 2013.

GOYENECHE, R.; ROURA, S.; PONCE, A.; VEJA-GÁLVEZ, A.; QUISPE-FUENTES, I.; URIBE, E.; DI SCALA, K. Chemical characterization and antioxidant capacity of red radish (*Raphanus sativus* L.) leaves and roots. **Journal of Functional Foods**. v. 16, p. 256 – 264, 2015.

HANAFY, A. H.; KHALIL, M. K.; FARRAG, A. M. Nitrate accumulation, growth, yield and chemical composition of rocket (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa*) plants as affected by NPK fertilization, kinetin and salicylic acid. ICEHM: **International Conference for Environmental**, Hazard Cairo University, Egypt. p. 495–508, 2000.

HARA, M.; TORAZAWA, D.; ASAI, T.; TAKAHASHI, I. Variations in the soluble sugar and organic acid contents in radish (*Raphanus sativus* L.) cultivars. **Internacional Journal of Food Science and Technology**, Cachan, v. 46, p. 2387-2392, 2011.

HARTZ, T. K.; GIANNINI, C.; MIYAO, G.; VALENCIA, J.; CAHN, M.; MULLEN, R.; BRITTAN, K. Soil cation balance affects tomato fruit color disorders. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 487, p. 49 – 55, 1999.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília, DF.: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância, 2005.

KASSAT, G. F. MATTIUZ, B.; OGASSAVARA, F. O.; BIANCO, M. S.; MORGADO, C. M. A.; CUNHA, L. C. Injúrias mecânicas e seus efeitos em pêssegos ‘Aurora-1’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n.2, p. 318 – 322, 2007.

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. **Internacional Journal of Food Science and Technology**, Cachan, v. 37, p.153–161, 2002.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, p. 207-220, 2000.

LEONG, L. P.; SHUI, G. Na investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. **Food Chemistry**, London, v. 76, n.1, p. 69 -75, 2002.

LIMA, G. P. P.; BRASIL, O. G.; OLIVEIRA, A. M. de. Polyamines and peroxidase activity in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown under saline stress. **Science Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, 1999.

LU, Z. L.; LIU, L. W.; LI, X. Y, GONG, Y. Q.; HOU, X. L.; ZHU, X. W.; YANG, J. L.; WANG, L. Z. Analysis and evaluation of nutritional quality in chinese radish (*Raphanus sativus* L.) **Agricultural Sciences in China**, v. 7, n.7, p. 823 – 830, 2008.

LUENGO, R. F. A.; CALBO, A. G. **Armazenamento de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2001. 242p.

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

MAGRO, F. O. **Efeito do composto orgânico e adubação potássica em atributos do solo e da beterraba**. 2012. 109 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

MAGRO, F. O.; SILVA, E. G.; TAKATA, W. H. S.; CARDOSO, A. I. I. FERNANDES, D. M.; EVANGELISTA, R. M. Organic compost and potassium top dressing fertilization on production and quality of beetroot. **Australian Journal of Crop Science**. v.10, p.962-967, 2015.

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

MALAVOLTA, E.; CROCOMO, O. J. Funções do potássio nas plantas. In: YAMADA, T. E.; ROBERTS, T. L. **Potássio na agricultura brasileira**. 3. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2005. 841 p.

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

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Método de Tillmans modificado**. Acesso em: <http://www.agricultura.gov.br>, em 20/11/2014.

MARCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. New York: Academic Press, 1995. 889 p.

MARIN, M. A.; CANO, M. P. Effects of freezing preservation on mango (*Mangifera indica* L) peroxidase. **Z Lebens Unters Forsch** v. 197, p.537-540, 1993.

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

MINAMI, K.; CARDOSO, A.I.I.; COSTA, F.; DUARTE, F.R. Efeito do espaçamento sobre a produção em rabanete. **Bragantia**, Campinas, v.57, n.1, p.146-149, 1998.

MINAMI, K.; TESSARIOLI NETTO, J. **Rabanete**: cultura rápida, para temperaturas amenas e solos areno-argiloso. Piracicaba: ESALQ, 1997. 27 p. (Produtor Rural, 4).

MORAES, I. V. M. **Dossiê Técnico: Cultivo de hortaliças**. Rio de Janeiro: Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 2006. 26p.

MORGAN, L. **Tomate fruit flavor and quality evaluation**. Part I. Disponível em: <www.fertcut.com/seach.cfm 2012>. Acesso em: 10 jun. 2014.

MOURA, M. A. The wrapping and storage effect at zero degree during the persimmon fruit *Diospyros kaki* L. Taubaté ripening. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 2, p. 1105-1109, 1997.

NANNETTI, D. C. **Nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação na produção, nutrição e pós-colheita de pimentão**. 2001. 184 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

NELSON, N. A photometria adaptation of somogy method for determination of glucose. **Journal Biological Chemistry**, Baltimore, v. 31, n. 2, p. 159-161, 1994.

NEPA – UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 2 ed. Campinas. 2006. 113 p.

NIEBES, J. F et al. Release of nonexchangeable potassium from diferente size fractions of two highly K-fertilized soils in the rhizosphere of rape (*Brassica napus* cv Drakkar). **Plant and Soil**, Dortrecht, v. 155/156, n.1, p.403-406, 1993.

NOVAIS, R. F. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1017p. 2007.

OLIVEIRA, T. M.; SOARES, N. F. F.; PAULA, C. D.; VIANA, G. A. Uso da embalagem ativa na inibição do escurecimento enzimático de maçãs. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 117-128, 2008.

PAVINATO, P. S.; CALONEGO, J. C.; CAMILI, E. C.; ALVAREZ, A. C.; LEITE, G. H.; BOARO, C. S. F. Influência da adubação potássica na produção e na atividade de enzimas pós-colheita em escarola (*Cichorium endivia* L.) **Ambiência**, Guarapuava, v.5, n.3, p.505 – 520, 2009.

PELEG, H., BODINE, K.K., NOBLE, A.C. The influence of acid on adstringency of alum and phenolic compounds. **Chemical Senses**, Oxford, v.23, n.3, p.371-378, 1998.

PORTO, R.A; SILVA, E.M.B.; SOUZA, D.S.M.; CORDOVA, N.R.M.; POLYZEL, A. C.; SILVA, T.J.A. Adubação potássica em plantas de rúcula: produção e eficiência no uso da água. **Revista Agroambiente**, BoaVista, v. 7, n.1, p.28-35, 2013.

RAIJ, van B. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundação IAC, 1997. 285 p.

RAIJ, van B. **Potássio**: necessidade e uso na agricultura moderna. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1990. 45 p.

REIS JÚNIOR, R. A. **Produção, qualidade de tubérculos e teores de potássio no solo e no pecíolo de batateira em resposta à adubação potássica**. 1995. 108 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

REYES, F.L., VILLARREAL, E.J. and CISNEROS-ZEVALLOS, L. The increase in antioxidant capacity after wounding depends on the type of fruit or vegetable tissue. **Food Chemistry**, London, v. 101, p. 1254–1262, 2007.

RIOS, A. O.; ANTUNES, L. M. G.; BIANCHI, M. L. P. Proteção de carotenoides contra radicais livres gerados no tratamento de câncer com cisplatina. **Revista Alimento e Nutrição**, v.20, p.342-350, 2009.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Carotenoids and food preparation: the retention of provitamin a carotenoids in prepared processed and stored foods. Washington, DC: OMNI, 1997. 88p.

SALATA, A. C.; GODOY, A. R.; KANO, C.; HIGUTI, A. R. O.; CARDOSO, A. I. I.; EVANGELISTA, R. M. Produção e qualidade de frutos de ervilha torta submetidas a diferentes níveis de adubação potássica. **Nucleus**, Ituverava, v. 8, n. 2, p. 127-134, 2011.

SCHREINER, M. Vegetable crop management strategies to increase the quantity of phytochemicals. **European Journal of Nutrition**. v. 44, n. 2, p. 85–94, 2005.

SILVA, M. V.; ROSA, C. I. L. F.; VILAS BOAS, E. V. B. Conceitos e métodos de controle do escurecimento enzimático no processamento mínimo de frutas e hortaliças. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 27, n. 1, p. 83-96, 2009.

SIMÕES, C. M. O. **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2000.

SIMS, D.A.; GAMON, J.A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Zensing of Environment**, New York, v. 81, p. 337– 354, 2002.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA, R. M. Analysis of total phenol and other oxidation subtrates and antioxidants by means of Folin-Ciocauteau reagent. **Methods of Enzymology**, v. 299, p. 152-178, 1999.

SOARES, N. F. F. Efeito da embalagem na conservação de produtos minimamente processados. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PÓS COLHEITA E PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2002, Brasília. **Palestras**, Brasília: Departamento de Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa, 2002.

STREETER, J. G.; BARTA, A. L. Nitrogen and Minerals. In: TESAR, M. B. (Ed.) Physiological basis of crop growth and development. **American Society of Agronomy**, Madison, p. 175-200, 1984.

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

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; TAVARES, M.; AZEVEDO FILHO, J. A. Beterraba, cenoura, nabo, rabanete e salsa. In: RAIJ, B. van. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico; Fundação IAC, 1997. 285 p.

TSOUVALTZIS, P.; BRECHT, J. K. Changes in Quality and Antioxidant Enzyme Activities of Bunched and Topped Radish (*Raphanus sativus* L.) Plants during Storage at 5 or 10 C. **Journal of Food Quality**, v.37, n.3, p. 157-167, 2014.

USHERWOOD, N. R. Interações do potássio com outros íons. In: YAMADA, T. E.; ROBERTS, T. L. **Potássio na agricultura brasileira**. 3. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2005. 841 p.

VALLEJO, F.; TOMAS-BARBERAN, F. A.; GARCIA-VIGUERA, C. Efeito das condições climáticas de fertilização e de enxofre, em compostos fenólicos e vitamina C nas inflorescências de oito cultivares de brócolis. **EUR. Food Res. Technol.**, v. 216, pp. 395-401, 2003.

VIANA, E. M.; KIEHL, J. C. Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 975-982, 2010.

WALKER, J. R. L. Nitrates, nitrites and N-nitroso compounds: a review of the occurrence in food and diet and the toxicological implications. **Food Additives and Contaminants**, London, v.7, p. 717-768, 1990.

WESTERMANN, D. T.; JAMES, D. W.; TINDALL, T. A.; HURST, R. L. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: sugar starch. **American Potato Journal**, Orono, v. 71, p. 433-453, 1994.

WU, X.; BEECHER, G. R; HOLDEN, J. M.; HAYTOWITZ, D. B.; GEBHARDT, S. E.; PRIOR, R. L. Concentrations of anthocyanins in common foods in the United States and estimation of normal consumption. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 4069–4075, 2006.

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**, Brasília, v.30, p. 747-750, 2012.

APÊNDICE

Resumo da análise de variância

Tabela 5. Grau de liberdade (GL), quadrado médio em função das doses de potássio (QM potássio) e coeficiente de variação (CV) da análise de variância das características de produção. UNESP/FCA, 2014.

Característica	GL	QM potássio	CV (%)
Altura da planta	4	20.196776*	5,70
Número de folhas	4	0.640000 ^{NS}	5,92
Diâmetro	4	26.144274 ^{NS}	11,45
Comprimento	4	44.802544 ^{NS}	11,66
Massa da matéria fresca da parte aérea por planta	4	37.972597*	20,65
Massa da matéria fresca da raiz por planta	4	154.424642*	20,14
Massa da matéria fresca total por planta	4	321.093853*	17,37
Massa da matéria seca da parte aérea por planta	4	0.011175 ^{NS}	24,56
Massa da matéria seca da raiz por planta	4	0.145678 ^{NS}	23,17
Massa da matéria seca total por planta	4	0.154278 ^{NS}	15,95
Porcentagem de raízes não comerciais	4	11.906400*	34,87
Porcentagem de raízes comerciais	4	11.906400*	34,87
Produtividade	4	74.623486*	12,46

* = significativo pelo teste F a 5% de probabilidade, NS = não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

Tabela 6. Grau de liberdade (GL), quadrado médio em função das doses de potássio (QM potássio) e coeficiente de variação (CV) da análise de variância das características de acúmulo de macronutrientes na raiz do rabanete. UNESP/FCA, 2014.

Característica Raiz	GL	QM potássio	CV (%)
N	4	0.000044*	11,37
P	4	0.000000797 ^{NS}	18,38
K	4	0,000703*	19,26
Ca	4	0.000002 ^{NS}	12,72
Mg	4	0.00000000536*	13,39
S	4	0.00000000437 ^{NS}	16,24

* = significativo pelo teste F a 5% de probabilidade, NS = não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

Tabela 7. Quadrados médios em função das doses de potássio (QM potássio), período de armazenamento (QM Armazenamento) e da interação entre estes fatores (QM Interação) da análise de variância das características físico-químicas e bioquímicas.

Característica	GL	QM potássio	QM Armazenamento	QM Interação	CV (%)
Perda de massa	4	0.352352*	11.560540*	0.031919 ^{NS}	15,65
pH	4	0.032883*	0.233227*	0.004000*	7,74
Acidez titulável	4	0.000864*	0.0002498*	0.000293*	11,45
Sólidos solúveis	4	0.198120*	0.454120*	0.030820 ^{NS}	4,78
Açúcar redutor	4	0.194206*	0.834644*	0.038621 ^{NS}	12,10
Ácido ascórbico	4	23.823621*	35.345391*	22.251825*	12,14
Composto fenólicos	4	12.4679982*	37.238402*	7.284051*	8,82
Pigmentos (carotenoides totais)	4	34043.46278*	16520.8498878*	2824.502142*	24,39
Pigmentos (antocianinas totais)	4	101611.156319*	444737.368482*	126395.595605*	14,09
Peroxidase	4	0.024312*	0.021128*	0.005802*	3,92

* = significativo pelo teste F a 5% de probabilidade, NS = não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.