

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE BATATA-DOCE EM FUNÇÃO DAS
DOSES E PARCELAMENTO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA**

CARLA VERÔNICA CORRÊA

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

CAMPUS DE BOTUCATU

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE BATATA-DOCE EM FUNÇÃO DAS
DOSES E PARCELAMENTO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA**

CARLA VERÔNICA CORRÊA

Orientador: Prof Dr Antonio Ismael Inácio Cardoso

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

BOTUCATU-SP

Fevereiro – 2016

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

C824p Corrêa, Carla Verônica, 1983-
Produção e qualidade de batata-doce em função das doses e parcelamento da adubação potássica / Carla Verônica Corrêa. - Botucatu : [s.n.], 2016
x, 76 f. : grafs. color., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2016
Orientador: Antonio Ismael Inácio Cardoso
Inclui bibliografia

1. Batata-doce - Produtividade. 2. Batata-doce - Adubos e fertilizantes. 3. Batata-doce - Nutrição. 4. Batata-doce - Pós-colheita. 5. Potássio na agricultura. I. Cardoso, Antonio Ismael Inácio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. III. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **PRODUÇÃO E QUALIDADE DE BATATA-DOCE EM FUNÇÃO DAS DOSES E PARCELAMENTO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA**

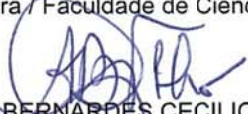
AUTORA: CARLA VERÔNICA CORRÊA

ORIENTADOR: ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO

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



Prof. Dr. ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO
Deptº de Horticultura / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu



Prof. Dr. ARTHUR BERNARDES CECILIO FILHO
Departamento de Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. PABLO FORLAN VARGAS
Depto de Produção Vegetal / Campus de Experimental de Registro

Botucatu, 25 de fevereiro de 2016.

DEDICO

A DEUS e a seu FILHO CRISTO pelo direito à vida e por me ajudar em todos os momentos, pois só eles sabem o que foi chegar até aqui. Por ainda permitir a existência humana e por abençoar a terra para que produza seus frutos para que homens e todas as criaturas possam viver.

A minha mãe, Elvira Clara Alves Corrêa e aos meus irmãos, Moisés Corrêa e Cláudia Silvia Corrêa, pelo amor incondicional, pelo exemplo de dignidade, caráter e pelos ensinamentos em cultivar o campo e aos quais devo tudo que aprendi e tudo que sou.

A todos os *produtores* que dedicam à sua vida em *produzir* o bem mais precioso à humanidade.

IN MEMORIAN

Aos meus avós Verônica Beluta e Amerides Alves pelo exemplo de caráter, simplicidade e pelo seu amor à agricultura.

AGRADECIMENTOS

A CAPES pelo auxílio financeiro.

A Aline Mendes de Sousa Gouveia e Letícia Moreno pela amizade e pela ajuda nos experimentos, Ana Emília e Natália pelas correções e sugestões da minha dissertação.

A todos aqueles que contribuíram para minha formação.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	VI
LISTA DE FIGURAS.	VIII
1. RESUMO	1
2. ABSTRACT	3
3. INTRODUÇÃO.....	4
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
4.1. Aspectos gerais da cultura	6
4.2. Potássio	7
4.3. Adubação potássica.....	9
4.4. Características físico-químicas.....	12
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
5.1. Localização e caracterização da área experimental	15
5.2. Tratamentos e delineamento experimental	17
5.3. Instalação e condução do experimento	18
5.4. Características avaliadas	19
5.4.1. Características vegetativas das plantas	19
5.4.2. Produção de raízes comerciais	19
5.4.3. Quantidades de macronutrientes acumulada na parte aérea das plantas, nas raízes e total (parte aérea + raízes)	20
5.4.4. Qualidade físico-química das raízes	21
5.4.4.1. Acidez titulável	21
5.4.4.2. Sólidos solúveis	21
5.4.4.3. pH	21
5.4.4.4. Açúcares redutores	21
5.4.4.5. Amido	22
5.5. Análise estatística	22
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23

6.1. Produção da parte aérea (folhas + ramas)	23
6.1.1. Parcelamento da adubação potássica	24
6.1.2. Doses de potássio	24
6.2. Produção de raízes	26
6.2.1. Parcelamento da adubação potássica	27
6.2.2. Doses de potássio	30
6.3. Extração de macronutrientes na parte aérea (folhas + ramas)	38
6.3.1. Parcelamento da adubação potássica	39
6.3.2. Doses de potássio	40
6.4. Extração de macronutrientes pelas raízes	46
6.4.1. Parcelamento da adubação potássica	47
6.4.2. Doses de potássio	49
6.5. Extração total de macronutrientes (raiz + parte aérea)	55
6.5.1. Parcelamento da adubação potássica	55
6.5.2. Doses de potássio	56
6.6. Características físico-químicas das raízes	61
6.6.1. Parcelamento da adubação potássica	61
6.6.2. Doses de potássio	62
7. CONCLUSÕES	67
8. REFERÊNCIAS	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise química do solo utilizado. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014.....	16
Tabela 2. Quadrados médios das doses de potássio (QM potássio), parcelamento (QM Parcelamento) e da interação entre estes fatores (QM Interação) da análise de variância das características vegetativas.....	23
Tabela 3. Massa da matéria fresca e seca da parte aérea por planta de batata-doce em função do parcelamento da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.....	24
Tabela 4. Quadrados médios das doses de potássio (QM potássio), parcelamento (QM Parcelamento) e da interação entre estes fatores (QM Interação) da análise de variância das características das raízes.....	27
Tabela 5. Número de raízes comerciais por planta, massa da matéria fresca e seca das raízes comerciais por planta, produtividade, massa da matéria fresca e seca por raiz comercial e diâmetro das raízes comerciais de batata-doce em função dos parcelamentos da adubação potássica em cobertura para cada dose de potássio. FCA/UNESP, 2014.....	29
Tabela 6. Comprimento das raízes comerciais de batata-doce em função dos parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.....	30
Tabela 7. Comprimento das raízes comerciais de batata-doce em função das doses de potássio (K_2O). FCA/UNESP, 2014.....	38
Tabela 8. Quadrados médios das doses de potássio (QM potássio), parcelamento (QM Parcelamento) e da interação entre estes fatores (QM Interação) da análise de variância da extração de macronutrientes na parte aérea das plantas de batata-doce.....	39
Tabela 9. Extração de macronutrientes na parte aérea por planta ($mg\ planta^{-1}$) em função dos parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.....	40
Tabela 10. Quadrados médios das doses de potássio (QM potássio), parcelamento (QM Parcelamento) e da interação entre estes fatores (QM Interação) da análise de variância da extração de macronutrientes pelas raízes tuberosas das plantas de batata-doce.....	47

Tabela 11. Extração de macronutrientes nas raízes por planta de batata-doce em função dos parcelamentos para cada dose de potássio. FCA/UNESP, 2014.....	48
Tabela 12. Extração de Mg nas raízes por planta de batata-doce (mg planta ⁻¹) em função dos parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.....	49
Tabela 13. Quadrados médios das doses de potássio (QM potássio), parcelamentos (QM Parcelamento) e da interação entre estes fatores (QM Interação) da análise de variância da extração total de macronutrientes pelas plantas de batata-doce.....	55
Tabela 14. Extração total (raízes + parte aérea) de macronutrientes por planta de batata-doce (mg planta ⁻¹) em função dos parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.....	56
Tabela 15. Quadrados médios das doses de potássio (QM potássio), parcelamento (QM Parcelamento) e da interação entre estes fatores (QM Interação) da análise de variância das características físico-químicas das raízes tuberosas de batata-doce.....	61
Tabela 16. Acidez titulável, pH, sólidos solúveis, açúcares redutores e amido em raízes comerciais de batata-doce, em função dos parcelamentos da adubação potássio. FCA/UNESP, 2014.....	62
Tabela 17. Acidez titulável, pH e sólidos solúveis em raízes de batata-doce em função das doses de potássio. FCA/UNESP, 2014.....	63

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1. Temperaturas observadas durante o período de condução do experimento. FCA/UNESP. 2014.....	16
Figura 2. Precipitação observada durante o período de condução do experimento. FCA/UNESP. 2014.....	17
Figura 3. Massa fresca da parte aérea por planta (g planta^{-1}) em função das doses e parcelamento da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.....	25
Figura 4. Massa seca da parte aérea por planta (g planta^{-1}) em função das doses e parcelamento da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.....	26
Figura 5. Número de raízes comerciais por planta em função das doses e parcelamento da adubação potássica (K_2O) em cobertura em batata-doce. FCA/UNESP 2014.....	31
Figura 6. Produção de raízes comerciais por planta em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura em batata-doce. FCA/UNESP. 2014.....	32
Figura 7. Massa seca das raízes comerciais por planta em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura em batata-doce. FCA/UNESP. 2014.....	33
Figura 8. Produtividade de raízes comerciais em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura em batata-doce. FCA/UNESP. 2014.....	35
Figura 9. Massa fresca por raiz comercial em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura em batata-doce. FCA/UNESP. 2014.....	36
Figura 10. Massa da matéria seca por raiz em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura em batata-doce. FCA/UNESP. 2014.....	37
Figura 11. Diâmetro das raízes comerciais em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura em batata-doce. FCA/UNESP. 2014.....	38

- Figura 12.** Extração de nitrogênio (N) da parte aérea por planta (mg planta^{-1}) em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura. FCA/UNESP, 2014..... 41
- Figura 13.** Extração de fósforo (P) da parte aérea por planta (mg planta^{-1}) em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura. FCA/UNESP, 2014..... 41
- Figura 14.** Extração de potássio (K) da parte aérea por planta (mg planta^{-1}) em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura. FCA/UNESP, 2014.....43
- Figura 15.** Extração de cálcio (Ca) da parte aérea por planta (mg planta^{-1}) em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura. FCA/UNESP, 2014..... 44
- Figura 16.** Extração de magnésio (Mg) da parte aérea por planta (mg planta^{-1}) em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura. FCA/UNESP, 2014.....45
- Figura 17.** Extração de enxofre (S) da parte aérea por planta (mg planta^{-1}) em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura. FCA/UNESP, 2014..... 46
- Figura 18.** Extração de nitrogênio (N) pelas raízes por planta (mg planta^{-1}) em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura. FCA/UNESP, 2014..... 50
- Figura 19.** Extração de fósforo (P) pelas raízes por planta (mg planta^{-1}) em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura. FCA/UNESP, 2014.....51
- Figura 20.** Extração de potássio (K) pelas raízes por planta (mg planta^{-1}) em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura. FCA/UNESP, 2014.....52
- Figura 21.** Extração de cálcio (Ca) pelas raízes por planta (mg planta^{-1}) em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura. FCA/UNESP, 2014..... 53
- Figura 22.** Extração de magnésio (Mg) pelas raízes por planta (mg planta^{-1}) em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura. FCA/UNESP, 2014..... 53
- Figura 23.** Extração de enxofre (S) pelas raízes por planta (mg planta^{-1}) em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura. FCA/UNESP, 2014..... 54

- Figura 24.** Extração total de N por planta (mg planta^{-1}) em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura. FCA/UNESP, 2014..... 57
- Figura 25.** Extração total de fósforo (P) por planta (mg planta^{-1}) em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura. FCA/UNESP, 2014.....57
- Figura 26.** Extração total de potássio (K) por planta (mg planta^{-1}) em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura. FCA/UNESP, 2014.....58
- Figura 27.** Extração total de cálcio (Ca) por planta (mg planta^{-1}) em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura. FCA/UNESP, 2014..... 59
- Figura 28.** Extração total de magnésio (Mg) por planta (mg planta^{-1}) em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura. FCA/UNESP, 2014..... 60
- Figura 29.** Extração total de enxofre (S) por planta (mg planta^{-1}) em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura. FCA/UNESP, 2014..... 60
- Figura 30.** Teores de açúcares redutores em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura. FCA/UNESP, 2014.....65
- Figura 31.** Teores de amido em função das doses e parcelamento da adubação potássica em cobertura. FCA/UNESP, 2014.....66

1 RESUMO

Embora existam estudos sobre nutrição e recomendações de adubação para o cultivo de batata-doce, raramente se encontram trabalhos que abordem os efeitos do potássio e de seu parcelamento na adubação em cobertura na sua produção e qualidade das raízes. Em vista disso, objetivou-se, com a realização deste experimento, avaliar a influência do parcelamento e das doses de potássio em cobertura na produção e qualidade de raízes tuberosas de batata-doce. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel, de 25/03/2014 a 30/07/2014. Foram avaliados dez tratamentos em esquema fatorial $3 \times 3 + 1$, sendo três doses de potássio (60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O); três parcelamentos (sendo aplicados 100% no plantio; 50% no plantio e 50% em cobertura e 25% no plantio e 75% em cobertura) e uma testemunha (sem aplicação de potássio no plantio e em cobertura), no delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições por parcela, composta por três leiras com dez plantas cada, sendo as duas leiras laterais consideradas como bordadura, assim como a primeira e a última planta da leira central de cada parcela, e oito plantas foram consideradas úteis para coleta dos dados. Foram avaliados a massa fresca e seca da parte aérea e das raízes comerciais; número, comprimento e diâmetro das raízes comerciais, produtividade, extração de macronutrientes (raízes tuberosas, parte aérea e total) e qualidade pós-colheita (acidez titulável, sólidos solúveis, pH, açúcares redutores e amido) das raízes comerciais. Foi observado ajuste linear para as doses de potássio para todas as características da parte aérea nos parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura) e 25% (plantio) + 75% (cobertura). Para as

características de produção das raízes foi observada interação significativa entre doses e parcelamentos, sendo que o parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura) apresentou os melhores resultados. A produtividade foi crescente até a dose de 120 kg ha⁻¹ de K₂O quando parcelado 50% (plantio) + 50% (cobertura). A ordem decrescente de extração de macronutrientes pelas raízes foi K>N>Ca>P>S>Mg. Já a ordem decrescente de extração da planta foi K>N>Ca>Mg>P>S. As doses de potássio aumentaram os teores de açúcares redutores e reduziram os teores de amido.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas* L., produtividade, nutrição, potássio, pós-colheita

PRODUCTION AND QUALITY OF SWEET POTATO IN FUNCTION OF RATES AND INSTALLMENTS OF POTASSIUM FERTILIZATION IN TOP DRESSING. Botucatu, 2016. 89p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Carla Verônica Corrêa

Adviser: Antonio Ismael Inácio Cardoso

2 SUMMARY

Although there are fertilizer recommendations for commercial cultivation of sweet potato, there are few research papers that relate the effect of potassium fertilizer in top dressing and installment it production and quality. The objective of this work was to evaluate the potassium rates and installment influence in top dressing in sweet potato quality and production. The experiment was lead at São Manuel Experimental Farm and the evaluations at Horticulture Department in São Paulo State University. It was evaluated ten treatments in factorial scheme $3 \times 3 + 1$, with three rates of potassium (60, 90 and 120 kg ha^{-1} of K_2O) in top dressing and three installments (100% planting; 50% (planting) + 50% (top dressing) e 25% (planting) + 75% (top dressing) and one control (without potassium and planting at top dressing). The experimental design was randomized blocks, with four replications. Fresh and dry weight of shoot and commercial roots; number, length and diameter commercials roots, yield, extraction of nutrients per plant and quality post harvest (pH, total acidity, soluble solids, reducing sugars and starch) of commercials roots were evaluated. Linear effect was observed for rates of potassium for all vegetative characteristics in installments 50% (planting) + 50% (coverage) and 25% (planting) + 75% (top dressing). For root production characteristics was observed significant interaction between rates and installment, and the installment 50% (planting) + 50% (top dressing) showed the best results. Yield increased with increasing rates of potassium till 120 kg ha^{-1} de K_2O when installment 50% (planting) + 50% (top dressing). The decreasing order of macronutrient extraction by roots was $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{P} > \text{S} > \text{Mg}$. Already the decreasing order of the plant extraction was $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P} > \text{S}$. The potassium rates increased sugars and reduced starch content.

Keywords: *Ipomoea batatas L.*, yield, nutrition, potassium, post harvest

3 INTRODUÇÃO

A batata-doce é uma planta de grande importância econômico-social, participando na suplementação de calorias, vitaminas e minerais na alimentação humana. As raízes são ricas em K e apresentam teor de carboidratos variando entre 25% e 30%, dos quais 98% são facilmente digeríveis (RESENDE, 1999; DAROS et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2006).

Dentre as regiões brasileiras produtoras de batata-doce, a região Sul destaca-se com produção anual de 250.013 t, o que corresponde a 48% da produção nacional, sendo que o Rio Grande do Sul concentra 30% desta produção. A região Nordeste é a segunda maior produtora do País (35%), seguida pela região Sudeste (16%), com uma produção anual de 119.414 t. O Estado de São Paulo é o quinto colocado no ranking nacional com produção anual de 41.483 t, em uma área de 3.699,32 hectares e produtividade média de 11,21 t ha⁻¹ (ECHER, 2015). Apresenta boa resistência contra a seca e ampla adaptação, o que faz com que seja cultivada em praticamente todos os estados brasileiros (OLIVEIRA et al., 2006).

Muitos produtores preferem cultivar a batata-doce em áreas novas, onde, normalmente, há maior disponibilidade de nutrientes, dispensando a adição de fertilizantes, do que preparar uma determinada área de acordo com as necessidades de nutrientes da cultura e com a produtividade almejada. A resposta da batata-doce à adubação depende das condições do solo, sendo naqueles com fertilidade natural média a alta, geralmente não há resposta à adubação, mas em solos pouco férteis, o uso de

fertilizantes minerais proporciona incremento significativo na produtividade (FOLONI et al., 2013).

A batata-doce é exigente em potássio, sendo este o macronutriente mais extraído por esta cultura (FILGUEIRA, 2008; ECHER, 2015). O potássio é vital para a fotossíntese ao contribuir para o uso eficiente da água pela planta, favorece a formação e translocação de carboidratos para as raízes e melhora a qualidade do produto e, conseqüentemente, o seu valor de mercado (MARSCHNER, 1995; NOVAIS et al., 2007).

No entanto, trata-se de um nutriente que ao ser adicionado ao solo, se ocorrerem grandes precipitações pluviais e em solos mais arenosos, pode ser lixiviado, sendo importante o parcelamento por resultar em menores perdas. Outros problemas para doses altas e sem parcelamento é a salinização e desequilíbrio catiônico em relação ao Ca e Mg. Além disto, o ciclo da cultura é longo (entre 90 e 150 dias) e, assim, o potássio aplicado apenas na adubação de plantio pode não estar disponível em quantidade necessária a todas as etapas do ciclo para o pleno desenvolvimento das plantas e das raízes (RAIJ et al., 1997; YAMADA e ROBERTS, 2005; FILGUEIRA, 2008; ECHER, 2015).

Em vista disso, objetivou-se, com a realização deste experimento, avaliar a influência das doses de potássio e do parcelamento na produção e qualidade de raízes tuberosas de batata-doce.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Aspectos gerais da cultura

A cultura da batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) apresenta boa adaptabilidade ao ambiente tropical, com grande importância na alimentação humana, expressivo potencial para ração animal, industrialização do amido e fabricação de álcool combustível (FOLONI et al., 2013).

A batata-doce foi domesticada há cerca de cinco mil anos na região tropical das Américas, especificamente entre a Península de Yucatan no México e o Rio Orinoco na Venezuela. Sua introdução na Europa foi feita por Cristóvão Colombo e depois migrou para a Índia, China, Japão e demais regiões da Terra (RAMOS, 2004).

É uma dicotiledônea da família Convolvulaceae, do gênero *Ipomoea*, da espécie *Ipomoea batatas* L. Esta família agrupa, aproximadamente, 50 gêneros e 1000 espécies, sendo que dentre elas, somente a batata-doce tem cultivo de expressão econômica (ECHER, 2015). Possui alta eficiência na captação da energia solar e grande capacidade de produzir massa seca por um longo período de tempo (HAHN, 1977). É uma planta perene, cultivada como anual, com ciclo entre 90 e 150 dias. O início da formação das raízes de armazenamento é induzida por alta intensidade luminosa, altos teores de sacarose e inibido por altos teores de nitrogênio.

Trata-se de planta de caule herbáceo, ramificado, com crescimento indeterminado. Possui flores bissexuadas e frutos do tipo cápsula que contêm de uma a quatro sementes, mas estas somente têm interesse para melhoramento genético e produção

de novas cultivares, pois a instalação de novos cultivos é feita via propagação vegetativa. As folhas são grandes, geralmente recortadas e com pecíolo grande. Os caules, dependendo do material podem chegar até a 5 m de comprimento. As raízes são divididas em absorventes (adventícias) e acumuladoras de reserva (tuberosas). As absorventes são bem ramificadas e finas, e as de reserva ou tuberosas possuem epiderme e polpa que se constituem na parte comercializada (RAMOS, 2004).

Praticamente todos os estados brasileiros possuem cultivares “locais”, porém, muito do que se conhece é mera duplicata, visto que ocorrem diversas cultivares iguais com nomes diferentes (MIRANDA, 1982; MURILO, 1990).

A duração do crescimento da cultura de batata-doce varia de acordo com as cultivares e das condições ambientais. No entanto, a formação da raiz tuberosa pode começar com quatro semanas após o plantio. Condições favoráveis como água, nutrientes, condições climáticas são de extrema importância no primeiro mês após o plantio, pois em torno de 80% das raízes tuberosas são formadas neste período. Além disso, dependendo da cultivar, entre 8 a 12 semanas após o plantio a planta deixa de formar novas raízes tuberosas. Depois deste período, toda a energia é direcionada para o engrossamento (acúmulo de carboidratos) das raízes. O crescimento da planta normalmente alcança o máximo na metade para a fase final do ciclo. Nessa fase, a parte aérea é bastante vigorosa, sendo que, após este período, a densidade foliar diminui, pois a planta transloca os fotoassimilados para as raízes tuberosas (ECHER, 2015).

4.2 Potássio

O potássio (K) é um dos elementos químicos de maior abundância na natureza. No solo, as fontes originais de potássio encontram-se na forma estrutural que está retida em minerais primários, tais como micas e feldspatos. A medida em que estes minerais são intemperizados, o potássio é transformado na forma não trocável que é retido nos poros ditriagonais entre as lâminas tetraédricas adjacentes de argilas do tipo 2:1. O potássio não trocável é liberado lentamente para a forma trocável e, a seguir, para a solução do solo (MELO et al., 2009).

O potássio estrutural encontra-se de forma não assimilável, sua liberação é lenta e irreversível envolvendo reações de dissolução dos minerais. O potássio não trocável apresenta liberação lenta e reversível e encontra-se em equilíbrio com a forma

do potássio trocável constituindo, assim, um reservatório natural deste elemento. O potássio trocável é adsorvido eletrostaticamente às cargas negativas da superfície da matéria orgânica e de argilo-minerais, sendo facilmente deslocado por outros cátions. Este nutriente na solução constitui a forma mais prontamente disponível às plantas (BRADY, 1989; MELO et al., 2009).

O íon K^+ presente na solução do solo é a forma como as plantas absorvem este nutriente. O potássio não trocável em solos intemperizados pode estar disponível às plantas em curto, médio e longo prazo. Isto ocorre principalmente devido à exaustão do potássio da solução na região da rizosfera, originando um gradiente de concentração que provoca a liberação do potássio não trocável (FERNANDES, 2006).

A taxa de absorção pelas raízes é determinada pela concentração do íon na solução do solo, pela capacidade de absorção das raízes e pela demanda criada pelo desenvolvimento vegetal. Normalmente, a taxa de absorção vegetal de água é superior à taxa transpiratória vegetal, ocasionando um aumento da concentração do nutriente na rizosfera, podendo, além da salinização, dificultar a absorção de outros nutrientes (YAMADA; ROBERTS, 2005; MELO et al., 2009).

Existe a tendência dos vegetais absorverem quantidade de potássio excessiva, denominado de consumo de luxo. Este consumo elevado não resulta em aumento de produção e desenvolvimento vegetal, sugerindo, assim, que o fornecimento de doses de adubos acima das necessidades representa desperdício, causando perdas por lixiviação no solo e por extrações desnecessárias pelas plantas (FERNANDES, 2006).

De acordo com Monteiro e Peressin et al. 1997, a exportação de potássio pelas raízes de batata-doce é de 3 kg por tonelada de raízes colhidas. Na planta, o potássio tem inúmeras funções, entre elas destacam-se a ativação de vários sistemas enzimáticos que participam do metabolismo da planta, atua na síntese de proteínas e da adenosina trifosfato (ATP) e está envolvido em várias funções fisiológicas, tais como transporte no floema e crescimento celular (TAIZ e ZEIGER, 2004; MALAVOLTA, 2006).

A absorção do potássio pelas plantas influencia diretamente o crescimento meristemático e a extensão das células vegetais, pois existe relação muito íntima entre o alongamento celular e a concentração de potássio nas folhas, ou seja, fitorreguladores que estimulam o processo de alongamento celular são altamente

dependentes de teores adequados de potássio nos tecidos vegetais (YAMADA e ROBERTS, 2005).

Este nutriente também é responsável pela translocação de açúcares e síntese de amido (KUMAR et al., 2007). Porém, os principais efeitos do potássio na planta estão relacionados com a permeabilidade das membranas das células vegetais (TAIZ e ZEIGER, 2004) e a abertura e fechamento dos estômatos, pois, quando existe falta deste elemento na planta, os estômatos não se abrem regularmente, ocasionando menor entrada de gás carbônico e, portanto, menor intensidade fotossintética (MALAVOLTA, 2006).

Além de todas estas atribuições, o potássio também pode aumentar a eficiência de uso de outros nutrientes pelas plantas. Tem um efeito benéfico na qualidade de uma gama extensiva de culturas, pode diminuir a incidência de doenças de plantas e reduzir estresses abióticos, particularmente causados pelo frio (ISHERWOOD, 2000).

O potássio é usado nos fertilizantes sob a forma química K^+ , e comumente é encontrado em três compostos: cloreto (KCl), sulfato (K_2SO_4) e nitrato (KNO_3) (ALCARDE et al., 1998). Porém, destes, o KCl é o fertilizante potássico mais utilizado pelos agricultores no mundo devido, principalmente, a alta concentração de potássio e a melhor relação custo / benefício (NOVAIS et al., 2007).

Índice salino é o aumento da pressão osmótica da solução do solo provocado pela salinidade. O cloreto de potássio tem índice salino 116,0 que representa o maior valor dentre os principais adubos utilizados na agricultura (ALCARDE et al., 1998) e, portanto, a utilização de altas doses de cloreto de potássio pode resultar no aumento da salinidade na região da rizosfera (ECHER, 2008).

Portanto, o correto manejo da aplicação de potássio no solo é essencial para uma atividade produtiva sustentável, que visa adequada produtividade e qualidade do produto, com redução de custo e de danos ao meio ambiente.

4.3 Adubação potássica

Aplicações de pequenas quantidades de potássio e com maior frequência proporcionam, em geral, melhores resultados do que aquelas mais abundantes e menos frequentes. Esta afirmativa parece ser lógica quando considera que a adubação potássica feita em uma única vez aumenta o consumo de luxo pela planta e facilita as perdas deste nutriente por lixiviação no solo (BRADY, 1989). No entanto, aplicação de

potássio feita totalmente no plantio é economicamente mais viável do que as feitas em cobertura, porém deve ser evitada quando resultarem no aumento da salinidade do solo e também quando houver riscos de perdas por lixiviação (YAMADA e ROBERTS, 2005).

Segundo Araújo et al. (2011), a produção de hortaliças tem como característica o uso intensivo do solo. Assim o manejo incorreto da adubação potássica pode, em apenas um cultivo, elevar o teor desse nutriente no solo atingindo faixa de classificação de muito alto teor de potássio, conforme verificado pelos autores nos resultados em abobrinha italiana, onde o solo originalmente era pobre em potássio, passando para a faixa de teor alto do nutriente. Isto pode representar em acúmulos excessivos de potássio resultando em solos desbalanceados e mais salinos.

O correto manejo da adubação potássica em relação a doses, modos, épocas e fontes a serem utilizadas, deve considerar 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 (YAMADA e ROBERTS, 2005) e a condição físico-química da rizosfera influenciando a disponibilidade de potássio não trocável (NIEBES et al., 1993). Para estabelecer as demandas específicas de cada cultura, estudos relacionados com doses de fertilizantes são de extrema necessidade.

A adubação excessiva com potássio, além de levar ao aumento na concentração salina do solo, resulta na redução da absorção de outros cátions, principalmente cálcio e magnésio, promovendo desequilíbrio nutricional, além de redução na produtividade da cultura e perdas por lixiviação (RAIJ et al., 1997). Segundo Fernandes (2006), pesquisas realizadas em solos brasileiros não tem apresentado acentuada resposta à fertilização com esse nutriente, provavelmente devido a fatores como teores de potássio já adequados no solo, presença de minerais fontes de potássio, contribuição de formas não trocáveis do elemento, entre outros. Dentre os fatores que afetam a absorção de potássio, a morfologia do sistema radicular determina a sua absorção e, conseqüentemente, influencia seu transporte na solução do solo em direção às raízes (ERNANI et al., 2007). Sendo assim, à medida que o sistema radicular aumenta, resultando na exploração de maior volume de solo, aumenta também a absorção de potássio.

Segundo Kumar et al. (2007), avaliando três épocas de aplicação de potássio no cultivo de batata, concluíram que a aplicação do potássio 100 % no plantio proporcionou tubérculos com massa média maior, porém não resultou em diferenças de

produtividade, desenvolvimento vegetativo, qualidade de batata processada e no desempenho econômico quando comparadas com a aplicação 50 % no plantio e 50 % aos 25 dias após o plantio, e com a aplicação de 50 % no plantio e 50 % aos 25 dias após o plantio e mais uma pulverização foliar. Assim, estudos voltados à validação de recomendações de adubação são de fundamental importância a fim de garantir aplicações de doses e épocas adequadas, evitando excesso ou escassez de disponibilidade de nutrientes para a planta e contribuindo para uma prática agrícola sustentável.

A cultura da batata-doce geralmente apresenta desempenho relativamente alto em condições edafoclimáticas tropicais, tida como “rústica”, sendo comum o produtor cultivá-la em solos pobres em nutrientes, porém, isso não significa que seja pouco responsiva à adubação (FILGUEIRA, 2008; ECHER, 2015).

Para a maioria das hortaliças que produzem raízes tuberosas, o potássio é o nutriente mineral exigido em maior quantidade (ECHER, 2015). Para uma produtividade entre 13 a 15 t ha⁻¹ de raízes tuberosas de batata-doce foi observada a extração de 100 a 236 kg ha⁻¹ de K₂O, sendo este o macronutriente extraído em maior quantidade (SILVA et al., 2002).

De forma geral, quando aplicados corretamente, os nutrientes podem ocasionar boas respostas na batata-doce (FILGUEIRA, 2008). Nesse sentido, Mendonça e Peixoto (1991) obtiveram respostas significativas para a produtividade, produção por planta e massa de raízes comerciais em função do emprego de fertilizantes orgânicos e minerais.

Em plantas deficientes em potássio, ocorrem intenso amarelecimento e necrose nas bordas entre as nervuras de folhas velhas, há uma diminuição da pigmentação roxa em folhas jovens e no ponteiro e as raízes tuberosas têm a sua espessura diminuída (O’SULLIVAN et al., 1997). Embora conhecida por sua rusticidade e tolerância à seca a batata-doce requer água e nutrientes suficientes para que haja um bom rendimento da cultura (HUAMAN, 1992).

De acordo com Duncan et al. (1958), doses crescentes de K aumentam a produção de raízes e diminuem a percentagem de massa seca. Estes autores encontraram maior acumulação de K em raízes adubadas com cloreto de potássio e concluíram ser esta fonte de K utilizada mais eficientemente pela batata-doce.

Estudos sobre a nutrição mineral de batata-doce, conduzidos em campo por Leonard et al. (1949), mostraram que a disponibilidade de N e K no solo foi

associada com os teores destes nutrientes no limbo e com a produção de raízes. Hammett et al. (1984) estudaram a influência de fontes e doses de N e K sobre a produção, e concentração mineral de batata-doce e encontraram uma relação quadrática significativa entre produção comerciável e doses de K.

Outros trabalhos com adubação em batata-doce têm apresentado bons resultados em termos de produtividade, como os obtidos por Brito et al. (2006) com doses de K_2O , por Echer et al. (2007) e por Foloni et al. (2013) com a interação entre N x K em cobertura.

4.4. Características físico-químicas

O termo qualidade pode ser visto como as características que englobam aspectos técnicos mensuráveis, podendo ser dividida em intrínseca (ao produto) e extrínseca (à percepção do produto dentro do sistema de manuseio). Tais características de avaliação da qualidade de um produto não são apenas externas, portanto, frutas e hortaliças com boa aparência nem sempre apresentam conteúdo interno de nutrientes, vitaminas, dentre outros, desejáveis. Assim, os produtos precisam ser avaliados desde o campo, durante o desenvolvimento, na maturidade para a colheita e após a colheita, para melhor conhecimento de sua capacidade de manutenção ou deterioração da qualidade. Dentre os atributos de qualidade podem ser destacados a acidez, teores de sólidos solúveis, pH, teores de açúcares redutores e amido (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A acidez é atribuída à presença dos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células na forma livre ou combinados com sais de ésteres. Os ácidos orgânicos são acumulados durante o crescimento e utilizados como substratos respiratórios durante o amadurecimento. Eles não só contribuem para a acidez, mas também para o aroma característico, tendo em vista que alguns componentes são voláteis. Com a maturação, o teor de ácidos orgânicos, com poucas exceções, diminui, devido ao processo respiratório ou de sua conversão em açúcares. O período de maturação é o de maior atividade metabólica, e os ácidos orgânicos servem como reserva energética, por meio de sua oxidação no ciclo de Krebs (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os sólidos solúveis indicam a quantidade dos sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou polpa das frutas e hortaliças. São representados pelo °Brix e possuem tendências de aumento com o avanço da maturação, podendo ser medido

com o auxílio do refratômetro. São constituídos por açúcares, sendo variáveis com a espécie, a cultivar, o estágio de maturação e o clima, com valores médios entre 8% e 14% (CHITARRA; CHITARRA, 2005). De acordo com a literatura, o potássio é o nutriente capaz de afetar os teores de sólidos solúveis dos vegetais. O aumento do teor de sólidos solúveis em função da adubação potássica deve-se ao papel importante que este nutriente desempenha na translocação de produtos da fotossíntese e na ativação de diversas enzimas. A presença desse elemento em quantidades insuficientes no solo pode resultar em características indesejáveis de qualidade como baixo teor de sólidos solúveis, além de diminuir a atividade fotossintética (LOPES, 1995).

Dentre os parâmetros utilizados para avaliar e monitorar a qualidade dos produtos hortícolas, encontram-se a determinação da concentração dos açúcares totais, sacarose e açúcares redutores (glicose e frutose). A quantidade do teor de açúcares individuais (glicose, frutose e sacarose) é importante quando se objetiva avaliar o grau de doçura do produto, pois o poder adoçante desses açúcares é variado e aumenta na sequência glicose: sacarose: frutose (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O amido é considerado o principal componente da raiz da batata-doce, seguido dos açúcares mais simples, sacarose, glicose, frutose e maltose. Na indústria de alimentos é utilizado para melhorar as propriedades funcionais, sendo empregados em sopas, molhos de carne, como formador de gel em balas e pudins, estabilizante em molhos de salada, na elaboração de compostos farmacêuticos, na produção de resinas naturais e na elaboração de materiais termoplásticos biodegradáveis (CEREDA et al., 2001).

Os teores de amido nas raízes das plantas de batata-doce podem variar, entre outros aspectos, em função da adubação. Portanto, o estudo e conhecimento sobre a influência desse fator na acumulação de amido nas raízes das plantas proporcionarão melhoria na qualidade e no rendimento industrial do produto. A nutrição equilibrada, tanto em macro como em micronutrientes, aumenta a produção e melhora a qualidade do produto em vários aspectos (MALAVOLTA, 2006).

Alguns autores relatam efeitos da nutrição mineral na qualidade de algumas hortaliças produtoras de raízes. No inhame, Souto (1989) detectou resposta positiva em termos de produção à aplicação de fertilizantes nitrogenados, mas verificou baixo conteúdo de gordura, fibra bruta e proteína bruta nas túberas. Oliveira et al. (2002), em batata-doce, verificaram redução da massa seca e aumento nos teores de amido, em função do emprego de esterco bovino e de galinha. O teor de amido também foi aumentado

com adubação com NPK em batata-doce (KAYODE, 1985). Fernandes et al. (2011) não observaram diferenças nos teores de proteína dos tubérculos de batata das cultivares Agata e Mondial, ao avaliarem a aplicação de fósforo. Os teores de açúcares redutores nas raízes da batata-doce aumentaram em função da elevação das doses de uréia, até a dose de 187 kg ha⁻¹ de N, com teor máximo de glicose de 8,7%, quando, então, começou a decrescer (OLIVEIRA et al., 2005). Na batata-doce, Silva (2004) observou elevação do teor de amido em função do emprego de fósforo. No entanto, são poucas as pesquisas que abordam exclusivamente o efeito da adubação potássica na qualidade da batata-doce.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização e caracterização da área experimental

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental São Manuel, localizada no município de São Manuel, SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu-SP no período de de 25/03/2014 a 30/07/2014. As coordenadas geográficas da área são: 22° 46' de latitude Sul, 48° 34' de longitude Oeste e altitude de 740 m.

O clima da região de São Manuel-SP, conforme os critérios adotados por Köppen, baseado nas observações meteorológicas, é Cfa (Clima Temperado Mesotérmico). 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).

O solo onde o experimento foi conduzido 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.

As estimativas das características químicas do solo foram obtidas a partir de 10 sub-amostras, componentes de uma amostra composta retirada da área experimental na profundidade de 0-20 cm. Os principais atributos do solo foram avaliadas

de acordo com a metodologia de Raij et al. (2001), e encontram-se na Tabela 1. Estas análises foram realizadas no Departamento de Solos e Recursos Ambientais–FCA/UNESP. 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, o cálcio e o magnésio pelo método da resina trocadora de cátions. A determinação da acidez total (H + Al) foi através da solução tampão SMP. Por estes resultados, o teor inicial do potássio no solo ($2,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) é considerado médio (TRANI; RAIJ, 1997).

Tabela 1. Análise química do solo da área onde foi instalado o experimento. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014.

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

Fonte: Laboratório de análise de solos do Departamento de Solos e Recursos Ambientais – FCA/UNESP.

As temperaturas e as precipitações observadas durante o período de condução do experimento encontram-se nas Figuras 1 e 2.

A temperatura média na presente pesquisa variou de 18° a $23,5^\circ \text{ C}$, sendo adequadas para o desenvolvimento da cultura, pois, segundo Peressin et al. (2014), para o desenvolvimento da batata-doce é necessário um período de quatro meses com temperatura média superior a 20° C . Em temperaturas mais baixas que 10° C , o desenvolvimento vegetativo diminui ou mesmo paralisa e a produtividade decresce.

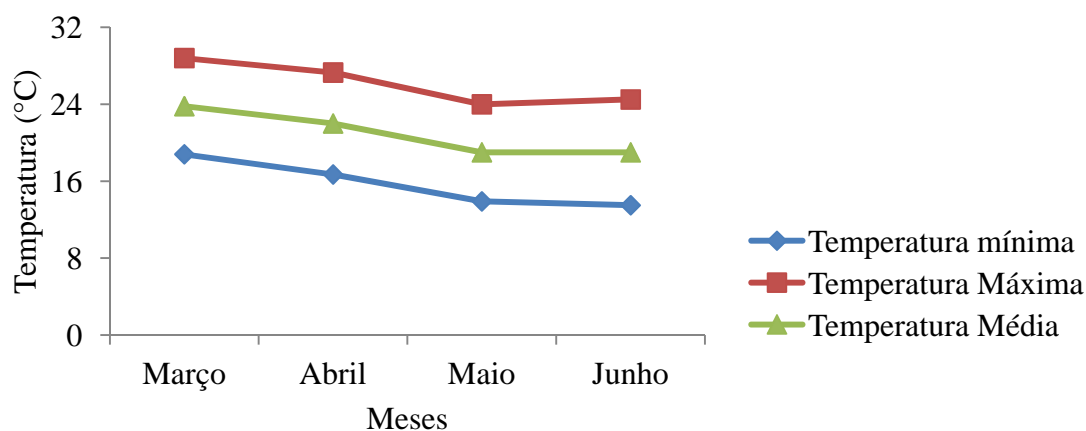


Figura 1. Temperaturas observadas durante o período de condução do experimento. FCA/UNESP. 2014.

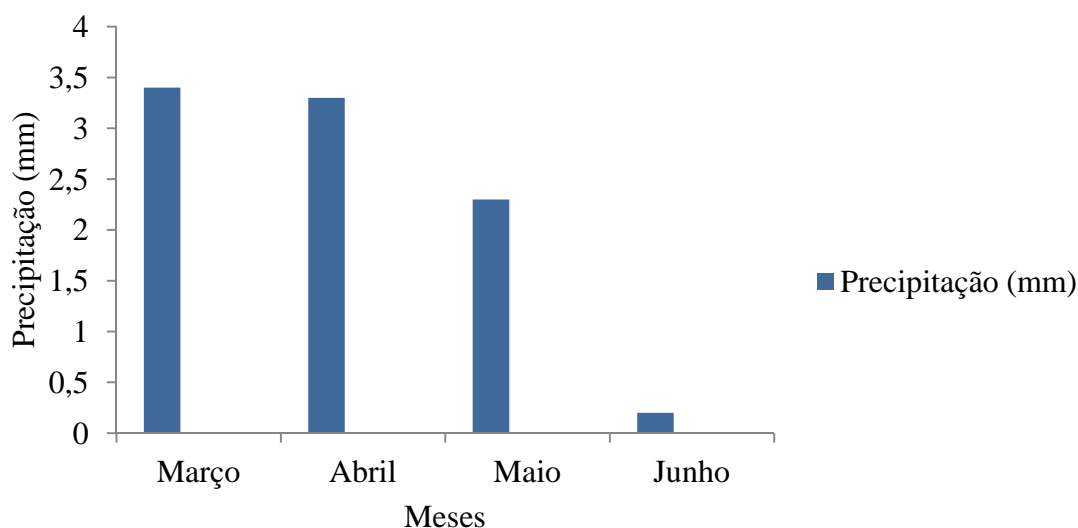


Figura 2. Precipitações observadas durante o período de condução do experimento. FCA/UNESP. 2014.

A soma da precipitação durante todo o período da pesquisa foi de 9,2 mm, muito inferior ao recomendado para a cultura. Segundo Peressin et al. (2014), para o desenvolvimento da batata-doce são necessários de 500 a 750 mm de precipitação, bem distribuída durante todo o ciclo da cultura. Para suprir as necessidades da cultura foi utilizada a irrigação por aspersão.

5.2 Tratamentos e delineamento experimental

Foram avaliados dez tratamentos em esquema fatorial $3 \times 3 + 1$, sendo três doses de potássio (60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O); três parcelamentos (sendo aplicados 100% no plantio; 50% no plantio e 50% em cobertura e 25% no plantio e 75% em cobertura) e uma testemunha (sem aplicação de potássio no plantio e em cobertura), no delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições por parcela, composta por três leiras com dez plantas cada, sendo as duas leiras laterais consideradas como bordadura, assim como a primeira e a última planta da leira central de cada parcela, e oito plantas foram consideradas úteis para coleta dos dados.

5.3 Instalação e condução do experimento

Com base na análise química do solo, foi realizada a calagem 60 dias antes do plantio das ramas, utilizando-se calcário de alta reatividade (PRNT = 90%), de modo a elevar a saturação por bases do solo a 60% e faixa de pH próximo de 6,0 conforme recomendações sugeridas por Monteiro e Peressin et al. (1997) e Raij et al. (1997). A adubação de plantio (NPK) também foi de acordo com a análise de solo (MONTEIRO; PERESSIN et al., 1997). Foram utilizados uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio como fontes de N, P e K, respectivamente. Foram aplicados 20 kg ha⁻¹ de N e 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Para o K no plantio e em cobertura, a dose foi de acordo com os tratamentos. Não foi realizada a adubação orgânica. Na testemunha (sem potássio em plantio e em cobertura) foi aplicada apenas uréia e superfosfato triplo. Para a aplicação da adubação de plantio foi aberto sulco, com o auxílio de um enxadão, de 15 cm de profundidade e de 10 cm de largura nas leiras de plantio onde foram colocados os adubos. Em seguida, com o auxílio de um enxadão, foi feita a incorporação destes adubos e refeitas as leiras.

Na adubação de cobertura foram empregados 60 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia, aos 45 dias após o plantio das ramas, e cloreto de potássio, de acordo com os tratamentos, na mesma época de aplicação do N. Esta adubação foi diluída em água (1500 mL) e colocada ao redor (coroamento) de cada planta, empregando o volume de 150 mL por planta. Esse coroamento foi feito a distância de 10 cm do caule da planta.

Foi utilizada a cultivar Uruguaiana por ser a mais cultivada nas principais regiões produtoras do estado de São Paulo. As ramas foram obtidas de plantas cultivadas em ambiente protegido com tela anti afídeos garantindo, desta forma, que estavam livres de vírus. Estas foram plantadas em campo no dia 25/03/2014 no espaçamento de 0,3 m entre plantas e 0,8 m entre leiras de 0,6 m de altura. Estas ramas apresentavam em torno de 40 cm de comprimento, sendo enterrada em torno de 15 cm da base destas ramas no solo.

Não foi realizado o controle fitossanitário devido à ausência de pragas e patógenos. A irrigação foi realizada por aspersão de acordo com a evapotranspiração do Tanque Classe A e das necessidades da cultura como recomendada por Peressin et al. (2014). Não foi realizada a amontoa e nem o penteamento das ramas.

5.4 Características avaliadas

As plantas de todas as parcelas úteis foram colhidas em 25/07/2014 (120 dias após o plantio das ramas), e transportadas para o Departamento de Horticultura, FCA/UNESP, Fazenda Lageado, Botucatu-SP, para a realização da caracterização e das análises físico-químicas.

5.4.1 Características da parte aérea das plantas

Foram avaliadas as seguintes características da parte aérea de duas plantas por parcela.

- massa fresca da parte aérea (folhas+caules) da planta, com o auxílio de uma balança com precisão de 0,1 g;
- massa seca da parte aérea (folhas+caules) da planta: obtida após secagem em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C até atingir massa constante, e pesadas com o auxílio de uma balança de precisão com 0,1 g.

5.4.2 Produção de raízes comerciais

Foram colhidas as raízes com o auxílio de um enxadão. Assim que coletadas e lavadas para a remoção do excesso de solo, e avaliadas as seguintes características das raízes ao final do ciclo de 120 dias após o plantio das ramas (FILGUEIRA, 2008).

- Número de raízes comerciais por planta;
- Comprimento das raízes comerciais, com o auxílio de uma régua (cm);
- Diâmetro das raízes comerciais, com o auxílio de um paquímetro digital (mm) na região de maior diâmetro da raiz;
- Massa fresca por raiz comercial, com o auxílio de uma balança com precisão de 0,1 g;
- Massa fresca das raízes comerciais por planta, com o auxílio de uma balança com precisão de 0,1 g;

- Massa fresca das raízes comerciais por hectare (massa fresca das raízes comerciais por planta multiplicada por 41.666,7 plantas), ou seja, produtividade;
- Massa seca por raiz comercial, obtida com a secagem de seis raízes por parcela em estufa de circulação forçada a 65 °C até atingir massa constante, seguido de pesagem em balança com precisão de 0,1 g;
- Massa seca das raízes comerciais por planta, obtida com a secagem destas em estufa de circulação forçada a 65 °C até atingir massa constante, seguido de pesagem em balança com precisão de 0,1 g;

5.4.3 Quantidades de macronutrientes acumulados na parte aérea das plantas, nas raízes e total (parte aérea + raízes)

Para a obtenção dos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) na parte aérea das plantas de batata-doce foram amostradas duas plantas por parcela. Estas amostras foram constituídas pelas ramas e folhas. Assim que coletadas, as amostras foram levadas ao Laboratório do Departamento de Horticultura da UNESP/Botucatu e devidamente lavadas com água corrente e em seguida com água deionizada. Após a remoção do excesso de água utilizada na lavagem, as amostras 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, foi obtida a massa de material seco de cada planta.

Em seguida, cada amostra passou pela moagem no moinho tipo Wiley. A digestão sulfúrica foi utilizada para a obtenção do extrato visando à determinação de N. A digestão nítrico-perclórica foi utilizada para a obtenção dos extratos para as determinações dos demais macronutrientes (P, K, Ca, Mg e S), conforme metodologias apresentadas por Malavolta et al. (1997).

A partir das análises químicas foram obtidos os teores de N, P, K, Ca, Mg e S em $g\ kg^{-1}$. A quantidade dos nutrientes acumulados foram obtidos pela proporcionalidade do teor de cada nutriente pela massa seca da amostra.

Foram amostradas seis raízes (comerciais e não comerciais) por parcela que foram lavadas, cortadas e secas, seguindo os mesmos procedimentos descritos para a parte aérea para obtenção da quantidade de macronutrientes acumulados nas raízes.

A quantidade total de macronutrientes acumulados pela planta foi obtida com a soma da parte aérea com as raízes.

5.4.4 Qualidade físico-química das raízes

Para todas as análises foram utilizadas duas raízes de padrões comerciais por parcela que foram descascadas e trituradas.

5.4.4.1 Acidez titulável

Foi determinada por meio da titulação de 5 g de polpa homogeneizada e diluída com 100 mL de água destilada, com solução padronizada de hidróxido de sódio a $0,1 \text{ Mol L}^{-1}$, tendo como indicador a fenolftaleína, conforme as normas do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005).

5.4.4.2 Sólidos solúveis

Foi realizada conforme recomendação feita pela Association of Official Analytical Chemistry (2005). Duas gotas do suco das raízes maceradas foram colocadas no prisma do refratômetro eletrônico (Atago, modelo PR32), e, após um minuto, realizou-se a leitura direta em °Brix.

5.4.4.3 pH

Foi determinado na polpa macerada por leitura direta utilizando-se um potenciômetro (Digital DMPH-2), conforme as normas do Instituto Adolfo Lutz, descritas em Brasil (2005).

5.4.4.4 Açúcares redutores

Foram determinados pelo método descrito por Somogyi e adaptado por Nelson (1944), sendo os resultados expressos em porcentagem.

5.4.4.5 Amido

O teor de amido foi determinado na massa fresca, segundo metodologia de Somogyi e adaptada por Nelson (1944), e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 535 nm.

5.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e realizada a análise de regressão para verificar o efeito das doses de potássio e o teste Tukey a 5% de probabilidade para comparação dos efeitos dos parcelamentos. Os dados foram processados pelo sistema Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2010).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Produção da parte aérea (folhas + ramos)

Na Tabela 2 estão apresentados os quadrados médios obtidos nas análises de variância para as doses de potássio (QM potássio), parcelamento de potássio (QM Parcelamento) e interação entre os dois fatores (QM Interação) para as características relacionadas à parte aérea avaliadas neste experimento.

Tanto para a massa fresca como a seca da parte aérea o QM dos fatores isoladamente (doses de potássio e parcelamento) foram significativos enquanto a interação entre estes não foi significativa a 5% pelo teste F.

Tabela 2. Quadrados médios das doses de potássio (QM potássio), parcelamento (QM Parcelamento) e da interação entre estes fatores (QM Interação) da análise de variância das características vegetativas.

Característica	QM potássio	QM Parcelamento	QM Interação
Massa fresca da parte área por planta	231472,3*	521627,1*	69441,0 ^{ns}
Massa seca da parte aérea por planta	5358,5*	18254,7*	5444,7 ^{ns}

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

6.1.1 Parcelamento da adubação potássica

As massas fresca e seca da parte aérea por planta foram maiores com o parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura) e no tratamento 25% (plantio) + 75% (cobertura), em relação à aplicação apenas no plantio (100% plantio) (Tabela 3).

A aplicação da adubação potássica em cobertura aos 45 dias após o plantio das ramas permitiu o melhor aproveitamento deste nutriente para o desenvolvimento da parte aérea, provavelmente devido menores perdas por lixiviação devido irrigação mais intensa no início do ciclo para garantir o pegamento das ramas já que estas ainda não apresentam sistema radicular. Segundo Reis Júnior (1995) a aplicação de potássio em excesso pode causar redução da massa seca. Isto ocorre pelo fato do excesso de potássio no plantio acarretar a salinização, prejudicando tanto na absorção de nutrientes como de água.

Tabela 3. Massa fresca e seca da parte aérea por planta de batata-doce em função do parcelamento da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

Parcelamento	Massa fresca (g planta ⁻¹)	Massa seca (g planta ⁻¹)
100% P	1615,9 b	342,3 b
50% P + 50% C	2035,0 a	421,8 a
25% P + 75% C	1944,4 a	401,5 a
CV (%)	5,75	11,09

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey $p < 0,05$.

100% P: 100% da adubação potássica no plantio; 50% P + 50% C: 50% da adubação potássica no plantio + 50% da adubação potássica em cobertura; 25% P + 75% C: 25% da adubação potássica no plantio + 75% da adubação potássica em cobertura.

6.1.2 Doses de potássio

Em relação às doses de potássio, para o tratamento com 100% do potássio no plantio foi observado ajuste quadrático para a massa fresca da parte aérea por planta, com média máxima estimada de 1704,6 g planta⁻¹ para a dose de 49,5 kg ha⁻¹ de K₂O. Para os parcelamentos 50% (plantio) + 50% (cobertura) e 25% (plantio) + 75% (cobertura) foram observados ajustes lineares crescentes em relação às doses de potássio,

com acréscimos de 4,1 e 4,4 g planta⁻¹ para cada 1 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente (Figura 3). As plantas necessitam de potássio ao longo do ciclo e, na deficiência do mesmo, podem apresentar folhas com tamanho reduzido, seus caules ou talos mais finos e curtos (MALLMANN, 2001), o que pode explicar o aumento da massa fresca e seca com o aumento das doses de potássio. Outro aspecto importante é que o potássio está relacionado com o processo de diferenciação celular, crescimento meristemático e fotossíntese e, desta forma, é essencial para o acúmulo de massa fresca e seca da parte aérea (YAMADA; ROBERTS, 2005). No entanto, por outro lado, ao se aplicar 100% do potássio no plantio, em altas doses este pode ter sido prejudicial ao desenvolvimento da planta, provavelmente por salinizar o solo próximo à rizosfera ou por prejudicar a absorção de outros cátions, como Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺.

Echer et al. (2009), ao avaliarem as interações entre boro e potássio na cultura de batata-doce, observaram ajuste linear para o potássio na produção de massa fresca das folhas, enquanto as ramas apresentaram ajuste quadrático.

Os valores obtidos na presente pesquisa foram superiores ao máximo obtido por Andrade Júnior et al. (2012), que ao avaliarem diferentes cultivares, observaram média máxima de 591 g planta⁻¹ de massa fresca, e de Ramos (2004) com 848 g planta⁻¹, talvez porque as cultivares avaliadas apresentam menor crescimento vegetativo quando comparadas a Uruguiana ou as condições climáticas e de manejo foram menos favoráveis ao desenvolvimento das ramas.

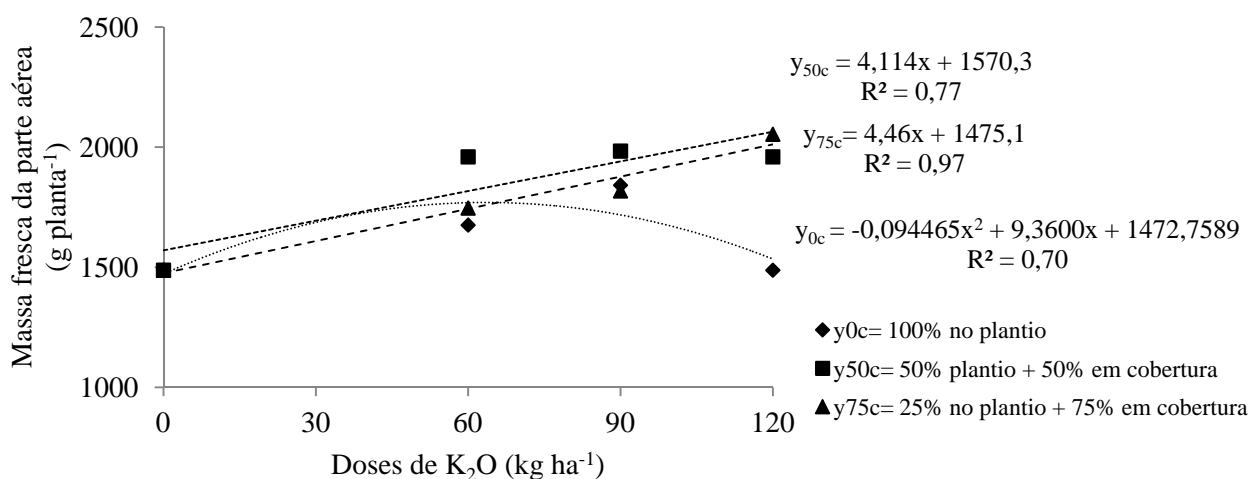


Figura 3. Massa fresca da parte aérea por planta (g planta⁻¹) em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

Para a massa seca da parte aérea das plantas os resultados foram semelhantes com o da massa fresca, com ajuste linear crescente para os parcelamentos 50% (plantio) + 50% (cobertura) e 25% (plantio) + 75% (cobertura) e quadrático para o tratamento com 100% no plantio (Figura 4). A máxima massa seca da parte aérea foi estimada em 364,3 g planta⁻¹ para a dose de 58,5 kg ha⁻¹ no tratamento 100% da adubação potássica no plantio. Os valores obtidos na presente pesquisa foram superiores ao máximo obtido por Andrade Júnior et al. (2012), que ao avaliarem diferentes cultivares, observaram média máxima de 105 g planta⁻¹ de massa seca da parte aérea.

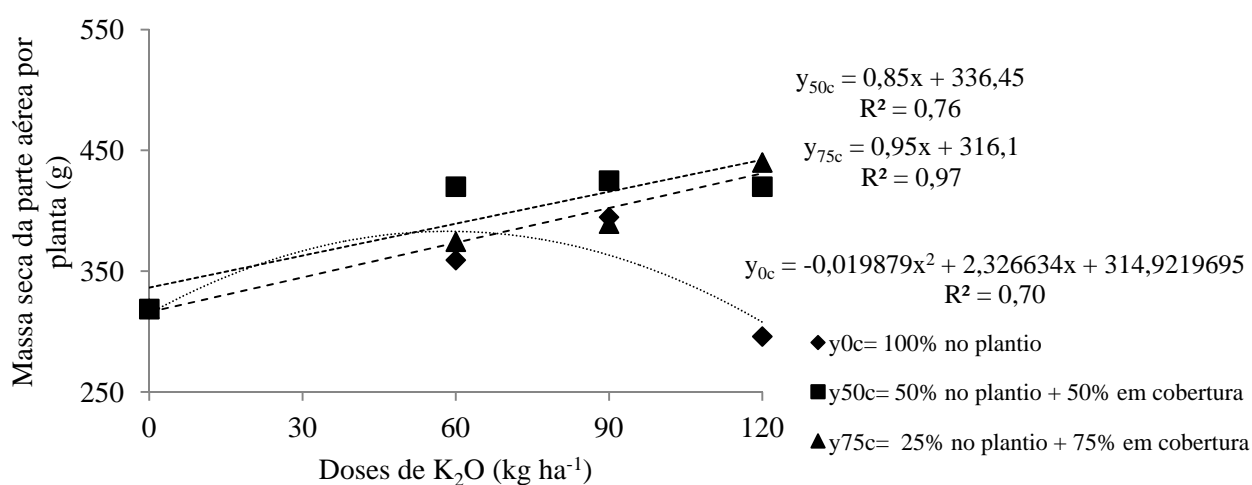


Figura 4. Massa seca da parte aérea por planta (g planta⁻¹) em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

6.2 Produção de raízes

Na Tabela 4 estão apresentados os quadrados médios obtidos nas análises de variância para as doses de potássio (QM potássio), parcelamento de potássio (QM Parcelamento) e interação entre os dois fatores (QM Interação) para as características relacionadas à produção de raízes avaliadas neste experimento.

Para a produção de raízes, o QM dos fatores (doses de potássio e parcelamento) foi significativo, assim como a interação entre estes foi significativo a 5% pelo teste F, exceto para o comprimento das raízes.

Tabela 4. Quadrados médios das doses de potássio (QM potássio), parcelamento (QM Parcelamento) e da interação entre estes fatores (QM Interação) da análise de variância das características das raízes.

Característica	QM potássio	QM Parcelamento	QM Interação
Número de raízes comerciais por planta	3,97*	3,89*	0,78*
Massa fresca das raízes comerciais por planta	93160,98*	429718,59*	70835,40*
Massa seca das raízes comerciais por planta	6620,91*	26876,26*	6660,91*
Produtividade	161,74*	746,06*	122,97*
Massa fresca por raiz comercial	12947,02*	7403,49*	6151,61*
Massa seca por raiz comercial	844,86*	595,29*	399,90*
Diâmetro das raízes comerciais	357,98*	46,95*	56,98*
Comprimento das raízes comerciais	6,91 ^{ns}	3,94 ^{ns}	1,13 ^{ns}

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

6.2.1 Parcelamento da adubação potássica

Verificou-se que o parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura) apresentou os maiores valores para o número de raízes comerciais por planta sem, no entanto, diferir do parcelamento 25% (plantio) + 75 % (cobertura) nas duas menores doses (60 e 90 kg ha⁻¹ de K₂O). A maior dose (120 kg ha⁻¹ de K₂O) foi superior aos dois outros tipos de parcelamentos (Tabela 5). No entanto, na maior dose o tratamento 100% da adubação potássica apresentou maior número de raízes comerciais por planta do que o tratamento 25% (plantio) + 75% (cobertura), provavelmente por se tratar de um período em que ocorre o desenvolvimento das raízes tuberosas, o excesso de potássio neste período pode ser prejudicial devido à salinização.

Também para a massa fresca das raízes comerciais por planta, o parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura) apresentou os maiores valores, embora sem diferença significativa em relação ao parcelamento 25% (plantio) + 75% (cobertura) na menor dose (60 kg ha⁻¹ de K₂O) e do tratamento com 100% no plantio na dose

intermediária (90 kg ha⁻¹ de K₂O) e superior aos dois outros tipos de parcelamento na maior dose (120 kg ha⁻¹ de K₂O).

Para a massa seca das raízes comerciais por planta, na menor dose (60 kg ha⁻¹ de K₂O) não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 5). No entanto, o parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura) apresentou as maiores médias, sem, no entanto, diferir em relação ao tratamento 100% da adubação potássica no plantio na dose intermediária (90 kg ha⁻¹ de K₂O) e na dose superior (120 kg ha⁻¹ de K₂O).

Para a produtividade de raízes comerciais o parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura) apresentou os maiores valores, embora sem diferença significativa em relação ao parcelamento 25% (plantio) + 75% (cobertura), na menor dose (60 kg ha⁻¹ de K₂O) e do tratamento com 100% no plantio na dose intermediária (90 kg ha⁻¹ de K₂O) e superior aos dois outros tipos de parcelamento na maior dose (120 kg ha⁻¹ de K₂O) (Tabela 5).

Em relação à massa fresca e seca por raiz comercial, o parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura) apresentou os maiores valores, embora sem diferença significativa em relação ao tratamento com 100% no plantio na dose intermediária (90 kg ha⁻¹ de K₂O) e superior aos dois outros tipos de parcelamento na maior dose (120 kg ha⁻¹ de K₂O). Para a menor dose (60 kg ha⁻¹ de K₂O) não houve diferença entre os parcelamentos (Tabela 5).

Para o diâmetro observou-se que o tratamento 100% no plantio apresentou as maiores médias, sem, no entanto, diferir dos parcelamentos 50% (plantio) + 50% (cobertura) e 25% (plantio) + 75% (cobertura) na menor dose (60 kg ha⁻¹ de K₂O) e diferindo destes dois parcelamentos na dose intermediária (90 kg ha⁻¹ de K₂O). No entanto, o parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura) foi superior quando utilizada a maior dose (120 kg ha⁻¹ de K₂O).

A aplicação de doses elevadas de potássio pode prejudicar o desenvolvimento das plantas, devido ao aumento da concentração salina ou mesmo decorrer em grandes perdas por lixiviação, especialmente em solos arenosos (FERNANDES; SORATTO, 2012). Visando diminuir esses problemas, torna-se necessário o uso do parcelamento da adubação potássica.

Tabela 5. Número de raízes comerciais por planta, massa fresca e seca das raízes comerciais por planta, produtividade, massa fresca e seca por raiz comercial e diâmetro das raízes comerciais de batata-doce em função dos parcelamentos da adubação potássica em cobertura para cada dose de potássio. FCA/UNESP, 2014.

Parcelamento	Doses (kg ha ⁻¹ de K ₂ O)		
	60	90	120
Número de raízes comerciais por planta			
100% plantio	3,7 b	2,8 b	3,5 b
50% (plantio) + 50% (cobertura)	5,3 a	3,7 a	4,2 a
25% (plantio) + 75% (cobertura)	4,7 a	3,5 ab	2,7 c
CV (%)	11,40		
Massa fresca das raízes comerciais por planta (g)			
100% plantio	747,9 b	814,3 a	828,5 b
50% (plantio) + 50% (cobertura)	922,3 a	954,9 a	1252,4 a
25% (plantio) + 75% (cobertura)	843,5 ab	665,1 b	592,9 c
CV (%)	10,35		
Massa seca das raízes comerciais por planta (g)			
100% plantio	193,6 a	207,4 ab	208,6 a
50% (plantio) + 50% (cobertura)	239,6 a	253,6 a	318,5 a
25% (plantio) + 75% (cobertura)	191,5 a	163,8 b	156,0 b
CV (%)	11,09		
Produtividade (t ha ⁻¹)			
100% plantio	31,1 b	33,9 a	34,5 b
50% (plantio) + 50% (cobertura)	38,4 a	39,8 a	52,2 a
25% (plantio) + 75% (cobertura)	35,1 ab	27,7 b	24,7 c
CV (%)	10,35		
Massa fresca por raiz comercial (g)			
100% plantio	200,2 a	285,5 a	238,5 b
50% (plantio) + 50% (cobertura)	177,0 a	258,5 a	295,3 a
25% (plantio) + 75% (cobertura)	177,5 a	189,8 b	217,0 b
CV (%)	8,82		
Massa seca por raiz comercial (g)			
100% plantio	53,2 a	78,2 a	58,9 b
50% (plantio) + 50% (cobertura)	45,7 a	69,0 a	76,6 a
25% (plantio) + 75% (cobertura)	41,2 a	46,6 b	55,5 b
CV (%)	11,89		
Diâmetro das raízes comerciais (mm)			
100% plantio	52,0 a	60,9 a	58,9 b
50% (plantio) + 50% (cobertura)	50,7 a	54,4 b	66,9 a
25% (plantio) + 75% (cobertura)	48,4 a	54,5 b	57,8 b
CV (%)	5,23		

Médias seguidas de mesma letra na coluna para cada característica, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey $p < 0,05$.

100% P: 100% da adubação potássica no plantio; 50% P + 50% C: 50% da adubação potássica no plantio + 50% da adubação potássica em cobertura; 25% P + 75% C: 25% da adubação potássica no plantio + 75% da adubação potássica em cobertura.

Para o comprimento das raízes não foi observada interação entre os fatores doses x parcelamento (Tabela 6) e não houve diferença em relação aos parcelamentos, obtendo-se média de 17,2 cm (Tabela 10). Não é comum observar efeito do potássio no comprimento de raízes como o relatado em cenoura por Zanfirov et al. (2012), ao avaliarem doses de potássio em cobertura. No entanto, a adubação potássica parcelada, de forma a distribuir o potássio ao longo do ciclo da cultura e em fases mais específicas como na diferenciação das raízes tuberosas e translocação de açúcares e amidos para as estruturas de armazenamento, podem ter permitido melhor desenvolvimento das raízes tuberosas com padrões comerciais.

Tabela 6. Comprimento das raízes comerciais de batata-doce em função dos parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

Parcelamentos	Comprimento (cm)
100% plantio	17,1
50% (plantio) + 50% (cobertura)	17,9
25% (plantio) + 75% (cobertura)	16,7
F	2,19 ^{ns}
CV (%)	7,78

CV = coeficiente de variação; ns = não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

100% P: 100% da adubação potássica no plantio; 50% P + 50% C: 50% da adubação potássica no plantio + 50% da adubação potássica em cobertura; 25% P + 75% C: 25% da adubação potássica no plantio + 75% da adubação potássica em cobertura.

6.2.2 Doses de potássio

Para o número de raízes comerciais por planta houve ajuste quadrático das doses de potássio nos três parcelamentos (Figura 5). Foram obtidas médias máximas estimadas em 3,5; 4,7 e 4,4 raízes por planta nas doses de 36,5; 58,5 e 53,6 kg ha⁻¹ de K₂O quando foi aplicado 0%; 50% e 75% da adubação total de K₂O em cobertura, respectivamente, ou seja, 0; 29,3 e 40,2 kg ha⁻¹ de K₂O em cobertura, respectivamente.

O decréscimo no número de raízes a partir de doses entre 36,5 e 58,5 kg ha⁻¹ de K₂O, confirmam o que já é descrito na literatura (MALAVOLTA et al., 1997; RAIJ et al., 1997; YAMADA; ROBERTS, 2005) em que doses excessivas de

potássio podem acarretar salinização do solo e também desequilíbrio na absorção de outros nutrientes como N, Ca e Mg, prejudicando a formação de raízes.

Os valores obtidos na presente pesquisa foram superiores aos encontrados por Queiroga et al. (2007) que, ao avaliarem a produção de cultivares de batata-doce em função da época de colheita, obtiveram média de 1,32 raiz comercial por planta.

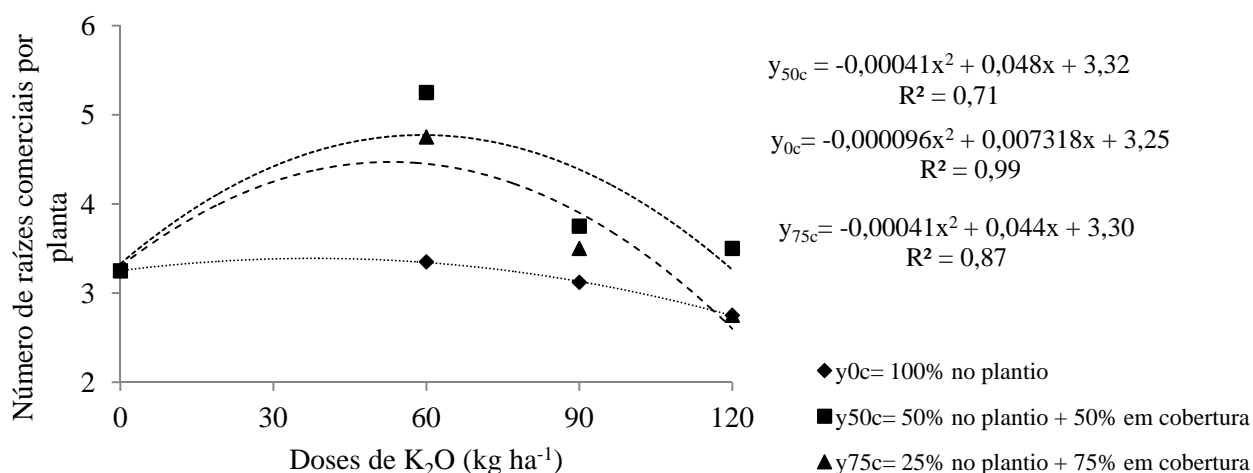


Figura 5. Número de raízes comerciais por planta de batata-doce em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP 2014.

Em relação à produção de raízes comerciais por planta não foi observada diferença entre as doses quando o potássio foi fornecido apenas na adubação de plantio, com média de $700,6 \text{ g planta}^{-1}$. No entanto, foi observado ajuste linear crescente para o parcelamento de 50% (plantio) + 50% (cobertura) de K_2O em cobertura, com incremento de $3,73 \text{ g}$ nas raízes por planta para cada 1 kg ha^{-1} de K_2O (Figura 6). Quando se empregou 75% da adubação potássica em cobertura foi observado ajuste quadrático com média máxima estimada de $793,0 \text{ g planta}^{-1}$ na dose de $57,8 \text{ kg ha}^{-1}$ de K_2O (Figura 6).

Desta forma, acredita-se que o fornecimento do potássio apenas no plantio possibilita perdas deste nutriente por lixiviação, justamente em um período que as ramas de batata-doce ainda estão emitindo o sistema radicular. Porém, quando fornecido doses maiores e parceladas em 25% (plantio) + 75% (cobertura), parece ser excessivo ao ponto de reduzir a produção com doses acima de $57,8 \text{ kg ha}^{-1}$ de K_2O . Pelos resultados,

observa-se que o parcelamento de 50 (plantio) + 50% (cobertura) favorece a maior produção de raízes comerciais. Este comportamento deve-se, provavelmente, ao fato do parcelamento reduzir tanto a lixiviação quanto a salinização, sendo estes dois processos característicos do nutriente potássio (YAMADA; ROBERTS, 2005). Além disso, o período em que há maior formação de raízes tuberosas compreende as quatro semanas após o plantio. Desta forma, ao realizar o parcelamento de 50 (plantio) + 50% (cobertura) 45 dias após o plantio, permitiu o fornecimento de potássio no período de maior necessidade pela cultura, pois neste período ocorre a diferenciação das raízes tuberosas (ECHER, 2015).

Os valores obtidos foram superiores aos encontrados por Alves et al. (2009) que obtiveram média de 288 g planta⁻¹ ao avaliar fontes e épocas de aplicação de nitrogênio na cultivar Rainha Branca.

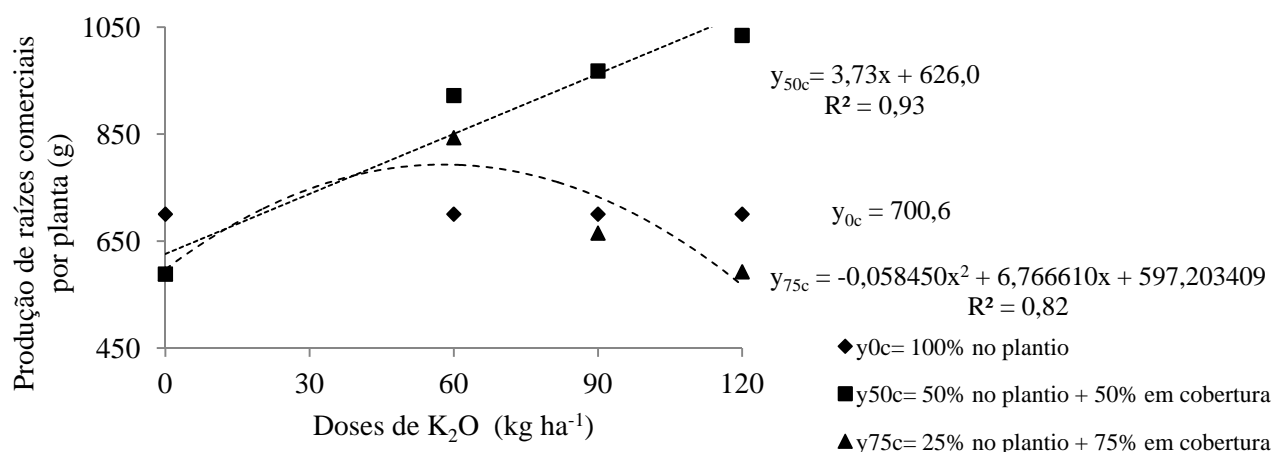


Figura 6. Produção de raízes comerciais por planta de batata-doce em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP. 2014.

Foram observados ajustes lineares crescentes para a massa seca das raízes comerciais por planta para 100% (plantio) e 50% (plantio) + 50% (cobertura) de adubação potássica, com aumento de 0,65 g e 1,47 g, respectivamente, para cada 1 kg ha⁻¹ de K₂O. No parcelamento em 25% (plantio) + 75% (cobertura) foi observado ajuste quadrático com máxima massa seca estimada em 185,2 g planta⁻¹ com a dose de 70,5 kg ha⁻¹ (Figura 7).

A redução na massa seca quando se utilizou doses mais altas em cobertura (75% em cobertura) apresentou o mesmo comportamento da massa fresca das

raízes comerciais, provavelmente devido a salinização e a competição catiônica entre K, Ca e Mg neste período (REIS JÚNIOR, 1995).

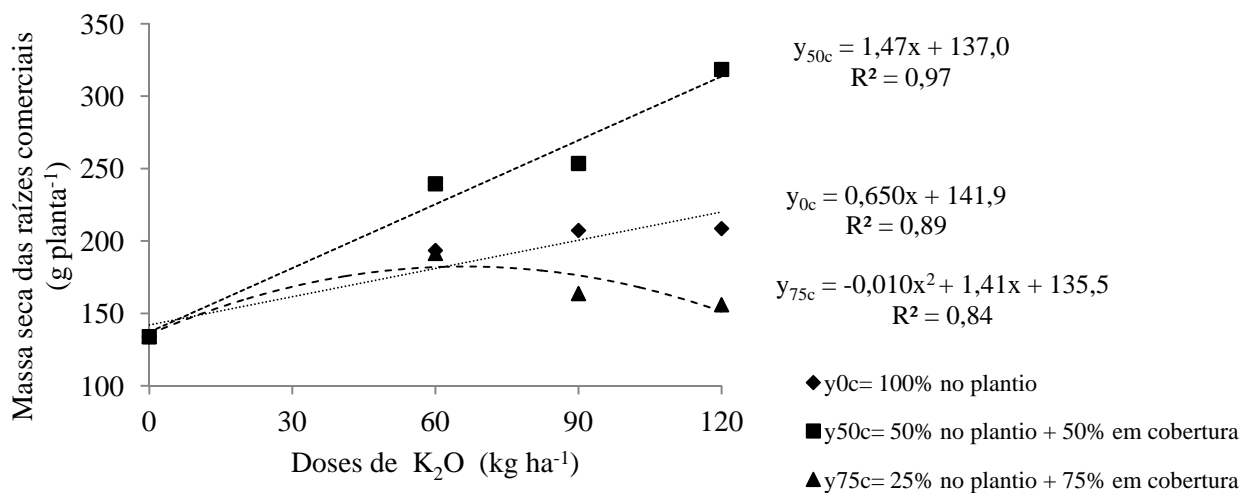


Figura 7. Massa seca das raízes comerciais por planta de batata-doce em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP. 2014.

Em relação à produtividade de raízes comerciais por hectare foi observado ajuste quadrático com médias máximas estimadas em 32,3 t ha⁻¹ e 32,9 t ha⁻¹ para as doses de 74,1 e 58,3 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente, quando não se realizou o parcelamento (100% no plantio) e quando utilizou-se 25% (plantio) + 75% (cobertura). Para o parcelamento de 50% (plantio) + 50% (cobertura) foi observado ajuste linear crescente em relação às doses de potássio, com aumento de 0,156 t ha⁻¹ para cada 1 kg ha⁻¹ de K₂O, com valores variando de 26,0 t ha⁻¹ na dose 0 kg ha⁻¹ a 44,2 t ha⁻¹ na dose de 120 kg ha⁻¹ de K₂O, ou seja, aumento de 70% (Figura 8). Assim, o parcelamento das doses, sendo metade da adubação em plantio e a outra metade em cobertura permitiu maior produtividade até mesmo nas doses superiores em relação aos outros parcelamentos.

O potássio atua na formação dos carboidratos e na transformação destes em amido, favorecendo o transporte das folhas até serem estocados nos locais de reservas como as raízes tuberosas, exercendo, desta forma, influência positiva sobre o peso das raízes e, conseqüentemente, a produtividade (GRUNER, 1963; MALLMANN, 2001; SHABALLA, 2003; DARWISH, 2004).

Nesta pesquisa as médias estimadas de produtividade variaram de 23,8 a 44,2 t ha⁻¹ de raízes comerciais. Estes resultados foram superiores a maioria dos

valores encontrados na literatura. Mendonça e Peixoto (1991), Oliveira et al. (2005) e Echer et al. (2009) relataram produtividade de 18,5, 18,8 e 27,7 t ha⁻¹, respectivamente.

Outros autores como Miranda et al. (1989), Daros et al. (2000), Camargo (1992), Kurihara et al. (1993), Cecílio Filho et al. (1998), Martin et al. (1988) e Peixoto et al. (1989) obtiveram produtividades que variaram de 12 a 37 t ha⁻¹, mostrando a grande variação de produtividade observada na cultura, principalmente devido a grande variabilidade de materiais existentes, diferenças de condições climáticas, de manejo e, até mesmo, ciclo, pois se as plantas forem mantidas por mais tempo no campo, haverá aumento na massa das raízes e, conseqüentemente, na produtividade. No entanto, nem sempre raízes maiores são melhores comercializadas.

A alta produtividade encontrada na presente pesquisa pode ser atribuída também, à presença de irrigação, utilização de maior densidade de plantas, ramas livre de vírus e genótipo mais produtivo. Brito et al. (2006), estudando doses de K₂O em um solo de textura franco-arenosa, obtiveram produtividade comercial de 8,4 t ha⁻¹ com a dose de 163 kg ha⁻¹ de K₂O. Echer et al. (2007) estudaram a resposta da interação entre doses de N e de K, observaram a máxima produtividade de 23,4 t ha⁻¹ com 120 kg ha⁻¹ de K₂O em combinação com 100 kg ha⁻¹ de N. Os resultados obtidos de certa maneira confirmam as doses recomendadas por diversos autores, no entanto, estes autores recomendam apenas adubação potássica no plantio. Filgueira (2008) preconiza a adubação potássica na batata-doce de 90 a 120 kg ha⁻¹ de K₂O, Monteiro (1997) recomenda a adubação com 60 kg ha⁻¹ de K₂O em solos com altos teores desse nutriente e Monteiro e Peressin (1997) recomendam de 60 a 120 kg ha⁻¹ de K₂O, porém aplicados apenas na adubação de plantio.

Nascimento (2013), ao avaliarem doses de potássio em plantio, observou máxima produtividade até a dose de 85 kg ha⁻¹, havendo em seguida redução da produtividade devido à salinização. Já Sokoto et al. (2007) verificaram a necessidade de 180 kg ha⁻¹ de K₂O para obterem máxima produtividade.

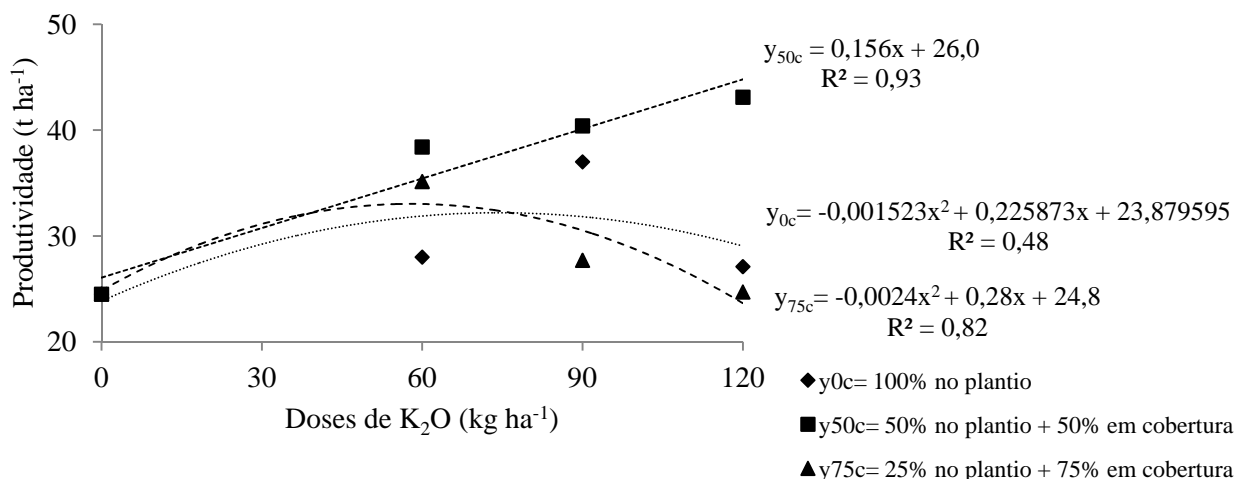


Figura 8. Produtividade de raízes comerciais em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP. 2014.

Para a massa fresca por raiz comercial foi observado ajuste linear crescente para as doses de K_2O em todas as formas de parcelamento, sendo que para cada aumento de 1 kg ha^{-1} de K_2O aplicado, ocorreu aumento de 0,66; 0,98 e 0,26 g por raiz nos tratamentos 0, 50 e 75% de adubação potássica em cobertura, respectivamente (Figura 9). Levando em consideração que a raiz de batata-doce é um órgão de armazenamento, o potássio apresenta papel de destaque por atuar na formação dos carboidratos e na transformação destes em amido, e por favorecer o transporte da folha até as estruturas de armazenamento, exercendo, desta forma, influência positiva sobre a massa fresca da raiz (GRUNER 1963; JOB, 2014).

Os valores de massa fresca por raiz comercial variaram de 181,7 g na dose 0 kg ha^{-1} de K_2O a 260,0 g por raiz na dose de 120 kg ha^{-1} de K_2O no tratamento com 100% de K_2O no plantio, de 161,5 g na dose 0 kg ha^{-1} de K_2O a 279,1 g na dose de 120 kg ha^{-1} de K_2O quando realizou-se o parcelamento de 50% (plantio) + 50% (cobertura) e de 173,4 g na dose de 0 kg ha^{-1} de K_2O a 204,6 g na dose de 120 kg ha^{-1} no parcelamento de 25% (plantio) + 75% (cobertura) (Figura 9). Estes valores estão próximos aos encontrados por Resende (1999) que observou valores entre 182 a 265 g raiz^{-1} ao avaliar diferentes cultivares e, segundo Filgueira (2008), os pesos recomendados para comercialização são de 200 a 400 g.

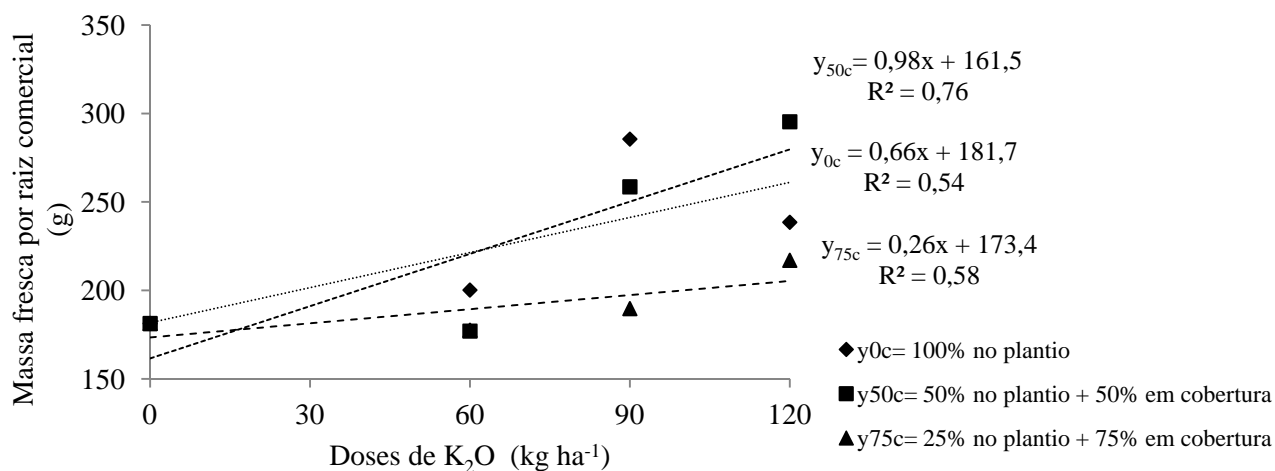


Figura 9. Massa fresca por raiz comercial em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP. 2014.

Para a massa seca por raiz comercial foi observado ajuste quadrático com média estimada de 62 g na dose de 75 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O quando não se realizou o parcelamento da adubação potássica (100% no plantio). Para os parcelamentos 50% (plantio) + 50% (cobertura) e 25% (plantio) + 75% (cobertura) foi observado ajuste linear crescente com máxima média de 73,9 e 51,4 $g\ raiz^{-1}$, respectivamente (Figura 10).

Provavelmente a redução da massa seca por raiz comercial com doses superiores a 75 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O quando não se realizou o parcelamento da adubação deva-se ao excesso de potássio, no início do ciclo, pois doses excessivas de potássio causam aumento do conteúdo de água (WESTERMANN et al., 1994), e, também, salinização e competição catiônica (REIS JÚNIOR, 1995).

Cardoso et al. (2007), estudando a qualidade de tubérculos de batata em função de doses e parcelamentos de N e K, não verificaram incrementos na massa seca de tubérculos em função do acréscimo das doses de N e K. Quadros (2007) observou redução de massa seca com o aumento da dose de K, semelhante ao obtido por Westermann et al. (1994) ao avaliarem o efeito de diferentes doses e fontes de K. No entanto, quando o potássio foi parcelado, os efeitos descritos por todos estes autores não foram observados, provavelmente pela melhor distribuição do potássio ao longo do ciclo da cultura.

Os valores obtidos na presente pesquisa foram superiores aos encontrados por Gonçalves Neto et al. (2011) que, ao avaliarem cultivares de batata-doce, obtiveram média de 31,5 g.

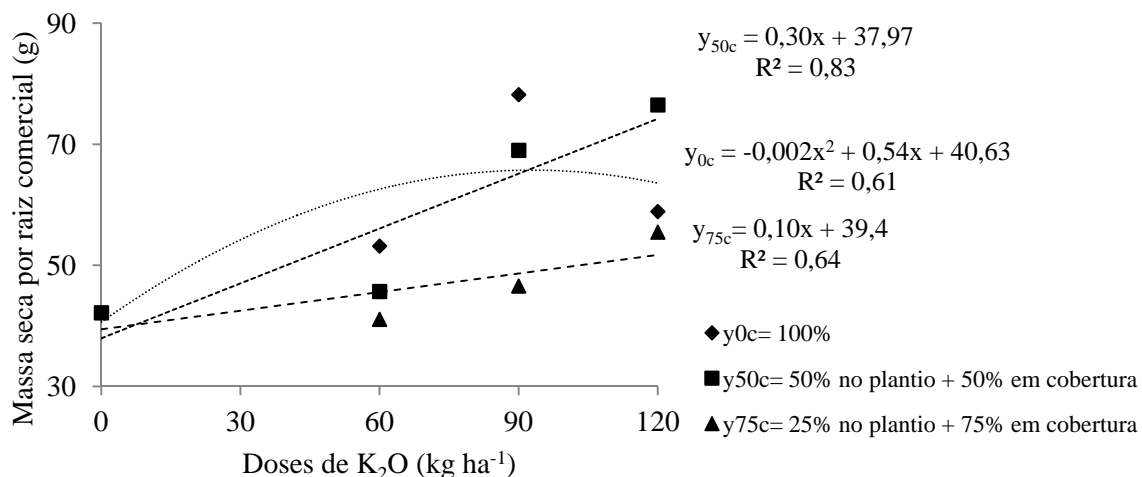


Figura 10. Massa seca por raiz comercial em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP. 2014.

As doses de potássio influenciaram o diâmetro das raízes em todos os parcelamentos, com ajuste linear crescente com médias máximas de 58,1; 61,0 e 56,7 mm quando não se realizou o parcelamento, quando parcelou-se 50% no plantio e 50% em cobertura e 25% no plantio e 75% em cobertura (Figura 11). Como o potássio está envolvido no transporte de carboidratos e as raízes tuberosas de batata-doce são órgãos especializados em armazenamento, isto pode ter contribuído para o crescimento em diâmetro das raízes tuberosas (DARWISH, 2004; GRUNER 1963). Segundo O'Sullivan et al. (1997), em casos de deficiência de potássio é comum observar a redução do diâmetro de raízes de batata-doce.

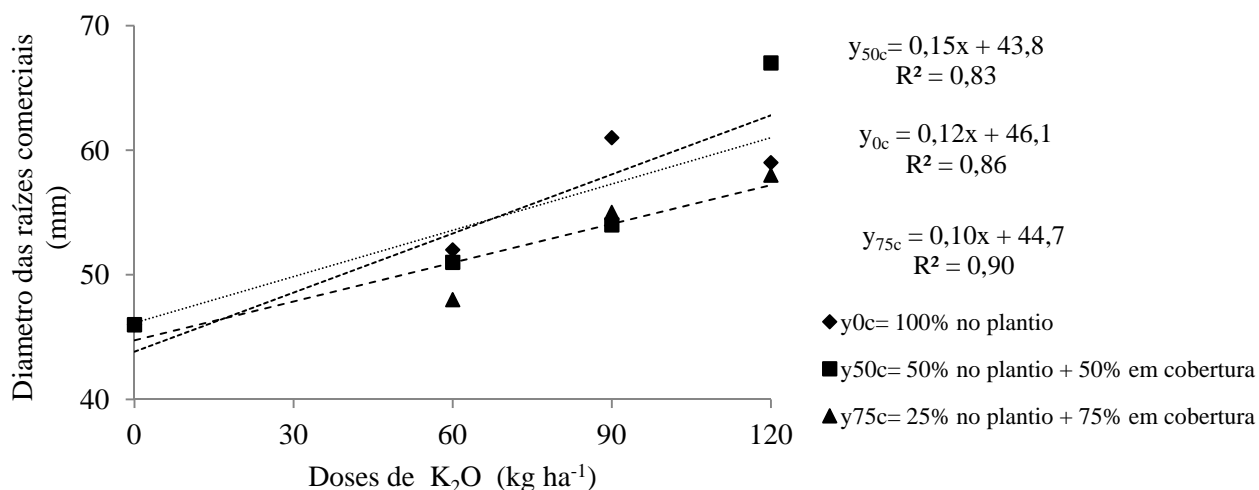


Figura 11. Diâmetro das raízes comerciais em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP. 2014.

Para o comprimento das raízes comerciais não foi observado diferença em relação às doses de K_2O tanto pela análise de variância como pela de regressão, com média de 17,3 cm (Tabela 7).

Tabela 7. Comprimento das raízes comerciais de batata-doce em função das doses de potássio (K_2O). FCA/UNESP, 2014.

Doses de potássio ($kg\ ha^{-1}$ de K_2O)	Comprimento (cm)
0	17,4
60	16,2
90	17,5
120	17,9
F	3,84 ^{ns}
CV (%)	7,78

CV = coeficiente de variação; ns = não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

100% P: 100% da adubação potássica no plantio; 50% P + 50% C: 50% da adubação potássica no plantio + 50% da adubação potássica em cobertura; 25% P + 75% C: 25% da adubação potássica no plantio + 75% da adubação potássica em cobertura.

6.3 Extração de macronutrientes na parte aérea (folhas+ramas)

Na Tabela 8 estão apresentados os quadrados médios obtidos nas análises de variância para as doses de potássio (QM potássio), parcelamento de potássio

(QM Parcelamento) e interação entre os dois fatores (QM Interação) para as características relacionadas à extração de macronutrientes na parte aérea avaliadas neste experimento.

Para a extração de macronutrientes na parte aérea (folhas + ramas) o QM dos fatores isoladamente (doses de potássio e parcelamento) foram significativos a 5%, enquanto a interação entre estes não foi significativo a 5% pelo teste F.

Tabela 8. Quadrados médios das doses de potássio (QM potássio), parcelamento (QM Parcelamento) e da interação entre estes fatores (QM Interação) da análise de variância da extração de macronutrientes na parte aérea das plantas de batata-doce.

Característica	QM potássio	QM Parcelamento	QM Interação
Extração de N pela parte aérea	11500214,12*	29962244,34*	115002214,12 ^{ns}
Extração de P pela parte aérea	107512,27*	7695,17 ^{ns}	42630,44 ^{ns}
Extração de K pela parte aérea	6914252,44 ^{ns}	23822720,77*	5703510,18 ^{ns}
Extração de Ca pela parte aérea	3051677,55 ^{ns}	13216523,09*	1053991,67 ^{ns}
Extração de Mg pela parte aérea	519754,37*	1440577,76*	101000,29 ^{ns}
Extração de S pela parte aérea	322663,86*	112356,18*	8836,03 ^{ns}

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

6.3.1 Parcelamento da adubação potássica

Para a extração de N, K, Ca, Mg e S o parcelamento 50% (plântio) + 50% (cobertura) apresentou a maior média, sem, no entanto, diferir do parcelamento 25% (plântio) + 75% (cobertura), porém diferindo do tratamento 100% da adubação potássica no plântio. Para o P, na parte aérea, não foi observado diferença, com média de 1335,8 mg planta⁻¹ (Tabela 9).

O potássio é responsável em regular a redistribuição de nutrientes e aumenta em maior proporção a absorção de N necessárias para a síntese de proteínas (IMAS; BANSAL, 1999). Esses resultados sugerem que o parcelamento da adubação potássica, favorece a absorção de N, provavelmente por estimular o crescimento das plantas e/ou por retardar a senescência das mesmas (JOB, 2014). No geral, com exceção ao P, a extração dos macronutrientes acompanhou a produção da massa seca, o que é de esperar, pois o cálculo de extração é feito considerando-se os teores e a massa seca, sendo diretamente proporcional a estes.

Tabela 9. Extração de macronutrientes na parte aérea por planta (mg planta^{-1}) em função dos parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

Parcelamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	(mg planta ⁻¹)					
100% P	10342,3 b	1239,5 a	14152,9 b	3352,4 b	1646,4 b	737,7 b
50 % P + 50% C	13336,3 a	1398,8 a	17177,7 a	5592,8 a	2393,8 a	924,9 a
25 % P + 75% C	13106,9 a	1369,1 a	15753,9 ab	3998,3 ab	2004,1 ab	902,1 a
CV (%)	16,40	15,44	13,07	34,37	19,05	11,50

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey $p < 0,05$.

100% P: 100% da adubação potássica no plantio; 50% P + 50% C: 50% da adubação potássica no plantio + 50% da adubação potássica em cobertura; 25% P + 75% C: 25% da adubação potássica no plantio + 75% da adubação potássica em cobertura.

6.3.2 Doses de potássio

Para a extração de N pela parte aérea foi observado ajuste linear crescente para os parcelamentos 50% (plantio) + 50% (cobertura) e 25% (plantio) + 75% (cobertura) em relação às doses de potássio, com incremento de 36,1 e 40,5 mg planta^{-1} de N para cada 1 kg ha^{-1} de K_2O , respectivamente. Para o tratamento 100% da adubação potássica no plantio não houve diferença, com média de 10342,4 mg planta^{-1} (Figura 12). O potássio além de equilibrar a absorção de nitrogênio pela planta, também promove o crescimento da parte aérea devido ao crescimento meristemático e alongamento celular (YAMADA; ROBERTS, 2005). Outro aspecto a ser considerado, deve-se ao fato de que a extração dos nutrientes acompanha a mesma tendência do acúmulo de massa seca da parte aérea das plantas, o que foi observado na presente pesquisa onde doses crescentes de potássio em cobertura, quando parceladas, aumentaram a produção da massa seca (Figura 4).

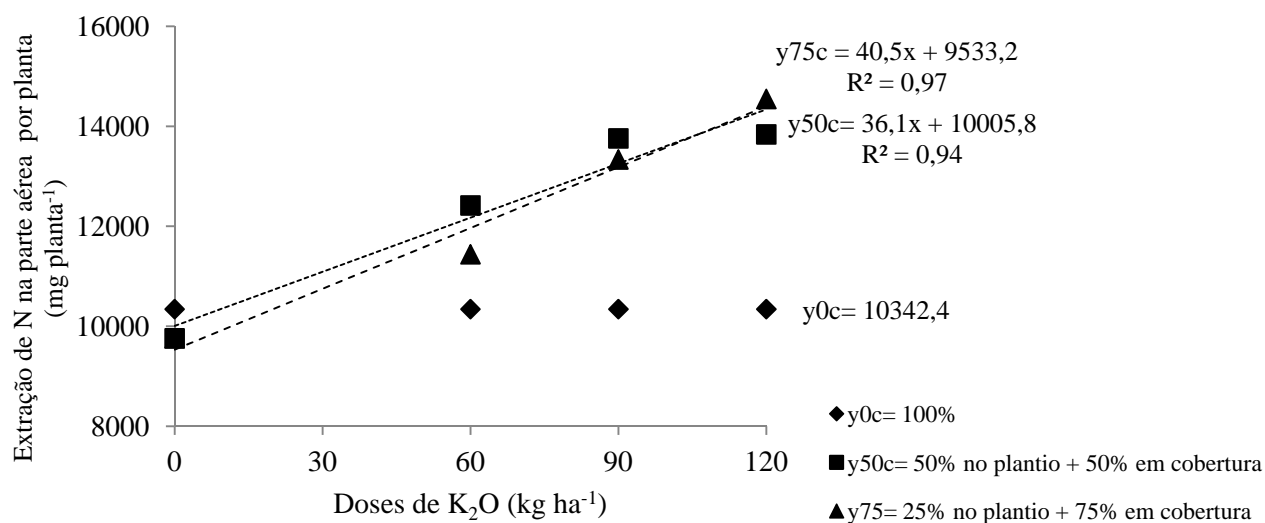


Figura 12. Extração de nitrogênio (N) na parte aérea por planta (mg planta^{-1}) em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

Para a extração de P foi observado ajuste linear crescente para os parcelamentos 50% (plantio) + 50% (cobertura), com médias variando de 1073,7 a 1511,7 mg planta^{-1} , para as doses 0 e 120 kg ha^{-1} de K_2O , respectivamente, e para o parcelamento 25% (plantio) + 75% (cobertura), com médias variando de 1073,4 a 1469,4 mg planta^{-1} , para as doses 0 e 120 kg ha^{-1} de K_2O , respectivamente. Para o tratamento 100% da adubação potássica no plantio não houve diferença, com média de 1239,5 mg planta^{-1} (Figura 13).

O aumento da extração de P na parte aérea com o aumento das doses de K deu-se, provavelmente, ao fato de que plantas bem nutrida em K apresentam maior crescimento e assim, maior extração de fósforo, acompanhando o acúmulo de massa de massa seca.

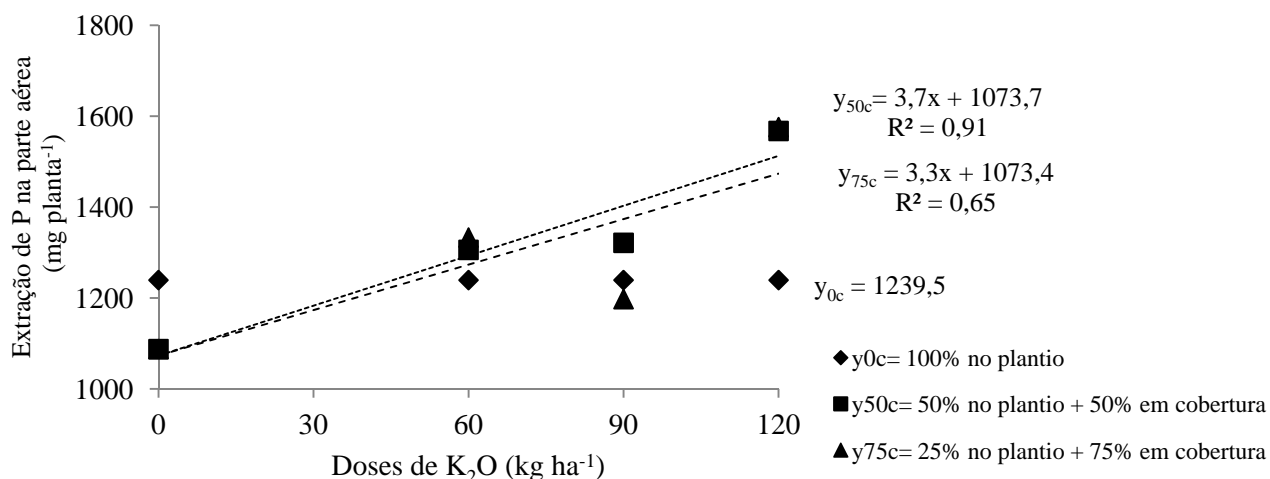


Figura 13. Extração de fósforo (P) na parte aérea por planta (mg planta⁻¹) em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

Para o K foi observado ajuste linear crescente para os parcelamentos 50% (plantio) + 50% (cobertura) e 25% (plantio) + 75% (cobertura), com acréscimos de 35,4 e 30,4 mg planta⁻¹ para cada 1 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. Para o tratamento 100% da adubação potássica no plantio houve ajuste quadrático com média máxima estimada de 1569,3 mg planta⁻¹ na dose de 57,1 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 14).

Desta forma, observa-se que o tratamento 100% no plantio apresentou um ponto máximo de extração de potássio, seguido por queda, acompanhando, desta forma, o mesmo comportamento observado para o acúmulo de massa seca.

O não parcelamento do potássio pode ter prejudicado o desenvolvimento da planta devido a fatores como salinidade, desequilíbrio nutricional e perdas por lixiviação (RAIJ et al., 1997). Doses parceladas e fornecidas de forma distribuída durante o ciclo da cultura permitiram melhor aproveitamento do potássio.

Pauletti e Menarin (2004) e Job (2014) também obtiveram aumento na extração de K em batateira com o aumento das doses de K, independentemente da época de aplicação, afirmando que, mesmo em solos considerados com média ou alta disponibilidade de K, se faz necessário o uso de adubação potássica para que a concentração de K nas folhas atinja a faixa considerada adequada.

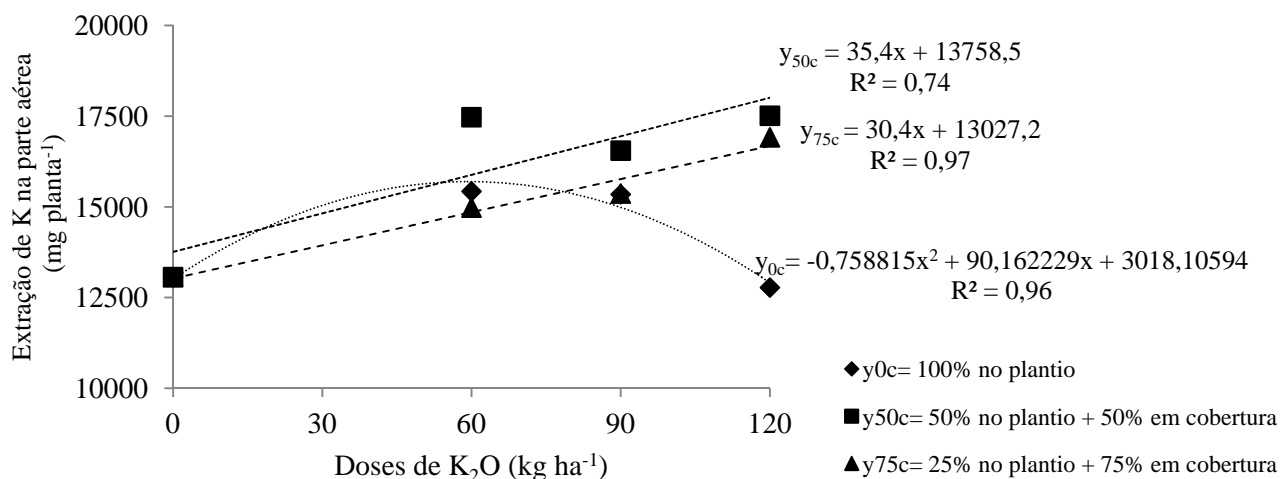


Figura 14. Extração de potássio (K) na parte aérea por planta (mg planta⁻¹) em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

Em relação ao Ca, não foi observada diferença para o tratamento 100% da adubação potássica no plantio, com média de 3352,0 mg planta⁻¹. Foi observado ajuste quadrático, com média máxima estimada de 6422,9 mg planta⁻¹ na dose de 67,9 kg ha⁻¹ de K₂O quando se parcelou a adubação potássica em cobertura em 50% (plantio) + 50% (cobertura). No parcelamento de 25% (plantio) + 75% (cobertura) foi observado ajuste linear com acréscimo de 12,28 mg planta⁻¹ para cada 1 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 15).

As diminuições nos teores de Ca quando se efetuou o parcelamento em 50% (plantio) + 50% (cobertura) para doses acima de 67,9 kg ha⁻¹ pode ser pelo fato de que com o parcelamento houve menor lixiviação e, assim, maior concentração de potássio no solo, interferindo no equilíbrio eletroquímico das células, afetando a absorção e a disponibilidade fisiológica de Ca²⁺ e Mg²⁺ (REIS JÚNIOR et al., 1999; BÜLL et al., 2001).

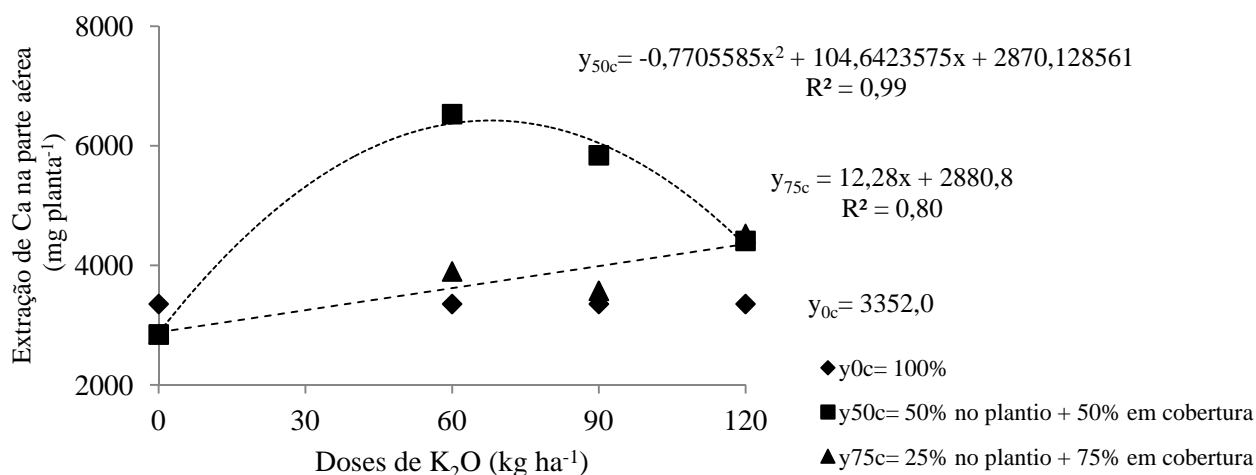


Figura 15. Extração de cálcio (Ca) na parte aérea por planta (mg planta^{-1}) em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

Para a extração de Mg, não foi observada diferença para o tratamento 100% da adubação potássica no plantio, com média de $1646,0 \text{ mg planta}^{-1}$. Para o parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura) foi observado ajuste quadrático, com média máxima estimada de $2598,1 \text{ mg planta}^{-1}$ na dose de $72,9 \text{ kg ha}^{-1}$ de K_2O . No parcelamento de 25% (plantio) + 75% (cobertura) foi observado ajuste linear, com acréscimo de $5,1 \text{ mg planta}^{-1}$ para cada 1 kg ha^{-1} de K_2O (Figura 16).

Quanto ao magnésio, uma das prováveis causas, segundo Grangeiro et al. (2007), do aumento da extração de Mg é que o mesmo faz parte da molécula de clorofila. De acordo com Marchner (1995), dependendo do “status” de Mg na planta, entre 6 a 25% do magnésio total está ligado à molécula de clorofila e outros 5 a 10% estão firmemente ligados a pectatos, na parede celular, ou como sal solúvel, no vacúolo.

No entanto, segundo Andrade et al. (2000), a redução no teor de Mg decorrente da adubação com K a partir de $72,9 \text{ kg ha}^{-1}$ de K_2O no parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura), ocorre pela absorção competitiva destes dois elementos. Marschner (1995) relatou que cátions como K^+ e Ca^{2+} competem efetivamente com Mg^{2+} e diminuem grandemente sua absorção. Assim, o aumento das doses de K, mesmo havendo parcelamento, podem ter alterado a relação entre K, Ca e Mg, afetando a absorção de Ca e Mg, diminuindo os teores desses elementos a partir de determinada dose (cerca de 70 kg ha^{-1} de K_2O) na parte aérea com o parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura). Essas interações ocorrem tanto nas plantas, assim como no solo, porque esses íons têm

propriedades químicas específicas similares e podem competir na adsorção, absorção e transporte na superfície das raízes (FAGERIA et al., 1991; REIS JÚNIOR; FONTES, 1999). Desta forma, aplicações maciças de adubo potássico devem ser evitadas para prevenir a absorção de luxo e evitar a interferência na absorção de Mg e Ca pela planta (GOMIDE, 1986; KANG et al., 2014).

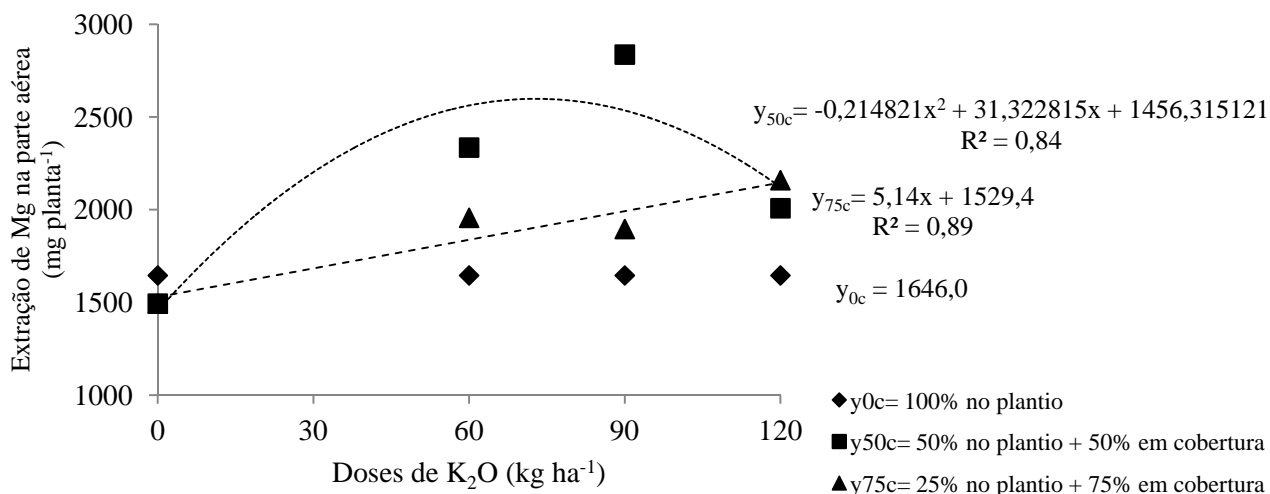


Figura 16. Extração de magnésio (Mg) na parte aérea por planta (mg planta^{-1}) em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

Para o S foi observado ajuste linear crescente para os parcelamentos 50% (plantio) + 50% (cobertura) e 25% (plantio) + 75% (cobertura), com acréscimos de 1,9 e 2,2 mg planta^{-1} para cada 1 kg ha^{-1} de K_2O , ou seja, extrações de 957,4 e 961,1 mg planta^{-1} na doses de 120 kg ha^{-1} . Para o tratamento 100% da adubação potássica no plantio não houve diferença, com média de 737,5 mg planta^{-1} (Figura 17).

O enxofre participa da composição das ferredoxinas, complexos enzimáticos envolvidos na fotossíntese e na fixação das moléculas de nitrogênio e da formação da clorofila, o que pode explicar o comportamento semelhante à extração de N (FERNANDES, 2006).

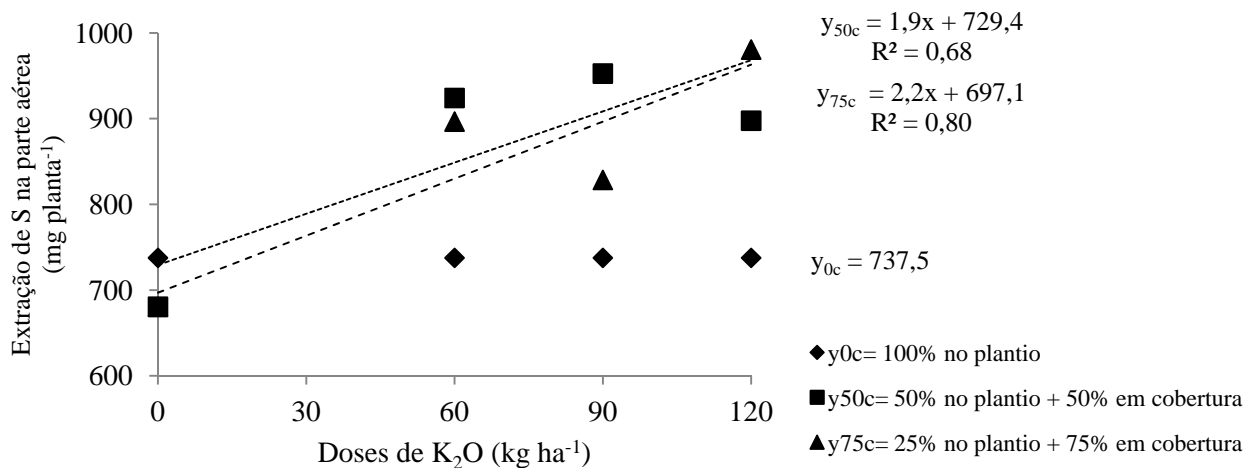


Figura 17. Extração de enxofre (S) na parte aérea por planta (mg planta^{-1}) em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

A ordem decrescente de extração na parte aérea foi $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P} > \text{S}$. Já Echer et al. (2009) observaram a seguinte ordem de extração: $\text{N} > \text{K} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{S} > \text{P}$.

6.4 Extração de macronutrientes pelas raízes

Na tabela 10 estão apresentados os quadrados médios obtidos nas análises de variância para as doses de potássio (QM potássio), parcelamento de potássio (QM Parcelamento) e interação entre os dois fatores (QM Interação) para as características relacionadas à extração de macronutrientes pelas raízes avaliadas neste experimento.

Os QM dos fatores (doses de potássio e parcelamento) foram significativos a 5%, assim como a interação entre estes também foi significativa a 5% pelo teste F, exceto para o magnésio.

Tabela 10. Quadrados médios das doses de potássio (QM potássio), parcelamento (QM Parcelamento) e da interação entre estes fatores (QM Interação) da análise de variância da extração de macronutrientes pelas raízes tuberosas das plantas de batata-doce.

Característica	QM potássio	QM Parcelamento	QM Interação
Extração de N pelas raízes	76783,33*	344800,52*	81994,80*
Extração de P pelas raízes	9487,53*	63296,10*	6978,09*
Extração de K pelas raízes	1894268,46*	5849718,18*	78296,10*
Extração de Ca pelas raízes	70099,14*	131967,91*	22549,62*
Extração de Mg pelas raízes	3463,57*	11496,78*	137,84 ^{ns}
Extração de S pelas raízes	6899,84*	35691,54*	2620,68*

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

6.4.1 Parcelamento da adubação potássica

Verificou-se que não houve diferenças entre os parcelamentos nos valores de extração de N pelas raízes na dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O. Para a dose de 90 kg ha⁻¹ de K₂O, o parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura) apresentou os maiores valores para a extração de N pelas raízes sem, no entanto, diferir do tratamento com 100% no plantio e diferindo do parcelamento 25% (plantio) + 75% (cobertura). Para a maior dose (120 kg ha⁻¹ de K₂O), o parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura) foi superior aos dois outros tipos de parcelamentos e o parcelamento 25% (plantio) + 75% (cobertura) apresentou o menor resultado (Tabela 11).

Para a extração de P, o parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura) apresentou os maiores valores, diferindo dos outros tipos de parcelamentos na menor e maior dose (60 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O). O parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura) apresentou os maiores valores, no entanto sem diferir do tratamento 100% no plantio na dose intermediária (90 kg ha⁻¹ de K₂O) (Tabela 11).

Em relação à extração de K, para a menor dose (60 kg ha⁻¹ de K₂O) não houve diferença entre os parcelamentos. Para a dose de 90 kg ha⁻¹ de K₂O, o parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura) apresentou os maiores valores sem, no entanto, diferir do tratamento 100% plantio. Na maior dose (120 kg ha⁻¹ de K₂O), o parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura) foi superior aos dois outros tipos de parcelamentos.

Este mesmo comportamento foi observado para as extrações de Ca e S (Tabela 11), com a única diferença de que na maior dose o parcelamento 25% (plantio) + 75% (cobertura) também foi inferior ao tratamento 100% da adubação potássica no plantio.

Tabela 11. Extração de macronutrientes nas raízes por planta de batata-doce em função dos parcelamentos para cada dose de potássio. FCA/UNESP, 2014.

Parcelamentos	Doses de K ₂ O (kg ha ⁻¹)		
	60	90	120
	N (mg planta ⁻¹)		
100% P	774,3 a	896,3 a	834,5 b
50% P + 50% C	718,8 a	932,3 a	1167,8 a
25% P + 75% C	635,8 a	491,4 b	518,9 c
CV (%)	17,19		
	P (mg planta ⁻¹)		
100% P	250,7 b	283,4 a	235,4 b
50% P + 50% C	351,9 a	320,8 a	402,6 a
25% P + 75% C	222,9 b	168,4 b	208,2 b
CV (%)	14,77		
	K (mg planta ⁻¹)		
100% P	2638,9 a	2559,6 ab	2712,3 b
50% P + 50% C	3049,7 a	3372,1 a	4568,1 a
25% P + 75% C	2420,8 a	1847,5 b	2342,9 b
CV (%)	15,60		
	Ca (mg planta ⁻¹)		
100% P	251,7 a	347,9 ab	417,3 b
50% P + 50% C	310,6 a	507,3 a	637,0 a
25% P + 75% C	252,9 a	327,6 b	208,1 c
CV (%)	24,62		
	S (mg planta ⁻¹)		
100% P	193,6 a	228,1 a	208,6 b
50% P + 50% C	246,7 a	270,8 a	350,1 a
25% P + 75% C	197,6 a	163,8 b	156,0 b
CV (%)	13,10		

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey $p < 0,05$. 100% P: 100% da adubação potássica no plantio; 50% P + 50% C: 50% da adubação potássica no plantio + 50% da adubação potássica em cobertura; 25% P + 75% C: 25% da adubação potássica no plantio + 75% da adubação potássica em cobertura.

Job (2014) observou que na maior dose de K estudada, a extração de macronutrientes pelos tubérculos de batata, que também é uma cultura armazenadora, foi maior quando a adubação potássica foi aplicada de maneira parcelada do que quando

aplicada unicamente no sulco de plantio. No entanto, na presente pesquisa é possível verificar que quando realiza-se o parcelamento de 25% (plantio) + 75% (cobertura) a extração reduz na maior dose, ou seja, 30 kg ha⁻¹ de K₂O no plantio e 90 kg ha⁻¹ de K₂O em cobertura.

Doses excessivas durante o período de diferenciação e engrossamento das raízes podem ter prejudicado a cultura, provavelmente por aumento da salinização nesta etapa (YAMADA; ROBERTS, 2005; ECHER, 2015).

Para o Mg não foi observada interação significativa entre doses e parcelamento. A maior extração (168,7 mg planta⁻¹) foi obtido no parcelamento de 50% (plantio) + 50% (cobertura) (Tabela 12), sendo superior aos outros dois parcelamentos, independentemente da dose de K₂O.

Doses excessivas de potássio podem reduzir a extração de Mg (REIS JÚNIOR, 1995), assim, o parcelamento de 50% (plantio) + 50% (cobertura) pode ter reduzido os efeitos deste desequilíbrio entre os nutrientes por permitir melhor distribuição do potássio ao longo do ciclo.

Tabela 12. Extração de Mg nas raízes por planta de batata-doce (mg planta⁻¹) em função dos parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

Parcelamentos	Mg (mg planta ⁻¹)
100% P	115,6 b
50% P + 50% C	168,7 a
25% P + 75% C	101,6 b
CV (%)	12,30

CV= coeficiente de variação.

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey p<0,05.

100% P: 100% da adubação potássica no plantio; 50% P + 50% C: 50% da adubação potássica no plantio + 50% da adubação potássica em cobertura; 25% P + 75% C: 25% da adubação potássica no plantio + 75% da adubação potássica em cobertura.

6.4.2 Doses de potássio

Em relação às doses de potássio foi observado ajuste linear crescente para a extração de N quando não se realizou o parcelamento (100% no plantio) e com 50% (plantio) + 50% (cobertura) do potássio, com aumento de 2,79 e 5,17 mg planta⁻¹

para cada 1 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. Quando a adubação foi parcelada em 25% (plantio) + 75% (cobertura) não foi observada diferença, com média de 545,5 mg planta⁻¹ (Figura 18).

O parcelamento da adubação potássica em 50% (plantio) + 50% (cobertura) permitiu maior produção de raízes por planta, desta forma, a extração de nitrogênio acompanhou o acúmulo de massa seca das raízes comerciais. Outro aspecto importante é que o K está envolvido na absorção de NO³⁻, que é a forma predominante de N no solo, mediante dois processos: no primeiro, o K é co-transportador no xilema, sendo um cátion acompanhante do NO³⁻ (BLEVINS, 1985); além disso, pelo fato do NO³⁻ ser absorvido pelas raízes via processo ativo, a absorção deste ânion pode ser afetada pela influência do K na translocação de fotoassimilados necessários para o processo ativo (ASHLEY; GOODSON, 1972; STREETER; BARTA, 1984).

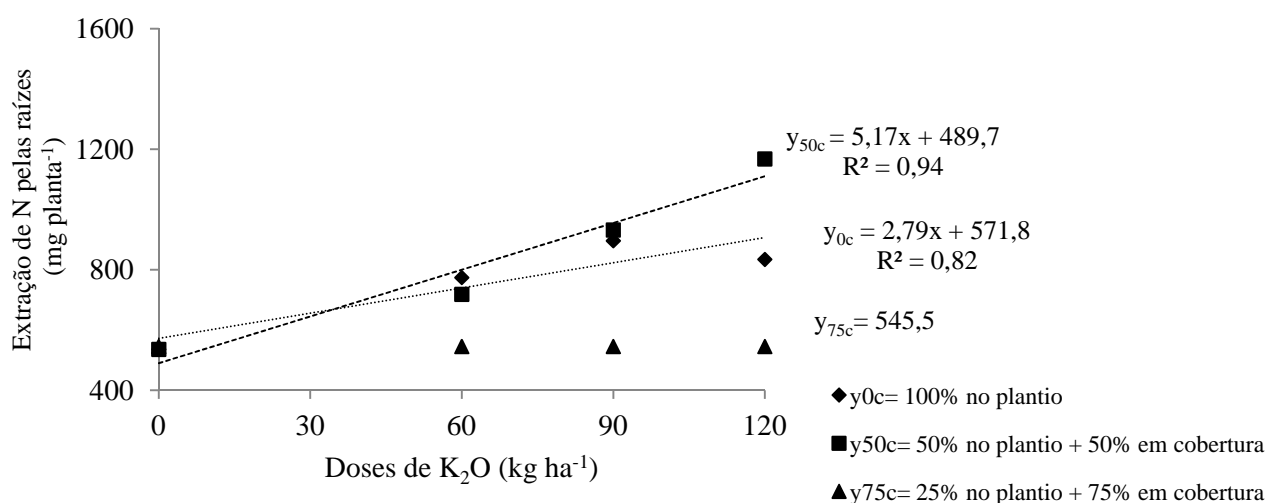


Figura 18. Extração de nitrogênio (N) pelas raízes por planta de batata-doce (mg planta⁻¹) em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

Em relação ao P foi observado ajuste quadrático no tratamento 100% no plantio, com média máxima estimada de 272,1 mg planta⁻¹ para a dose de 81,7 kg ha⁻¹ de K₂O. Para o parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura) foi observado ajuste linear crescente, com valores variando de 192,7 a 405,2 mg planta⁻¹ na menor (0 kg ha⁻¹) até a maior dose de potássio (120 kg ha⁻¹ de K₂O), respectivamente. Para o parcelamento

25% (plantio) + 75% (cobertura) não foi observada diferença, com valor médio de 193,4 mg planta⁻¹ (Figura 19).

A redução da extração de P em função da adubação potássica, observada quando não se realizou o parcelamento, está relacionada, provavelmente, à redução de massa seca nas raízes tuberosas. Imas e Bansal (1999) relataram que alta concentração de K aumenta a absorção de água, isso devido aos efeitos osmóticos de concentrações elevadas do mineral no tecido (BREGAGNOLI, 2006; STARK et al., 2007; WESTERMANN et al., 1994). Além disso, Sharma e Arora (1988) afirmam que o P aumenta a massa seca de raízes, o que pode explicar o aumento de sua absorção quando realizado o parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura), acompanhando desta forma, o aumento da produção de raízes comerciais por planta.

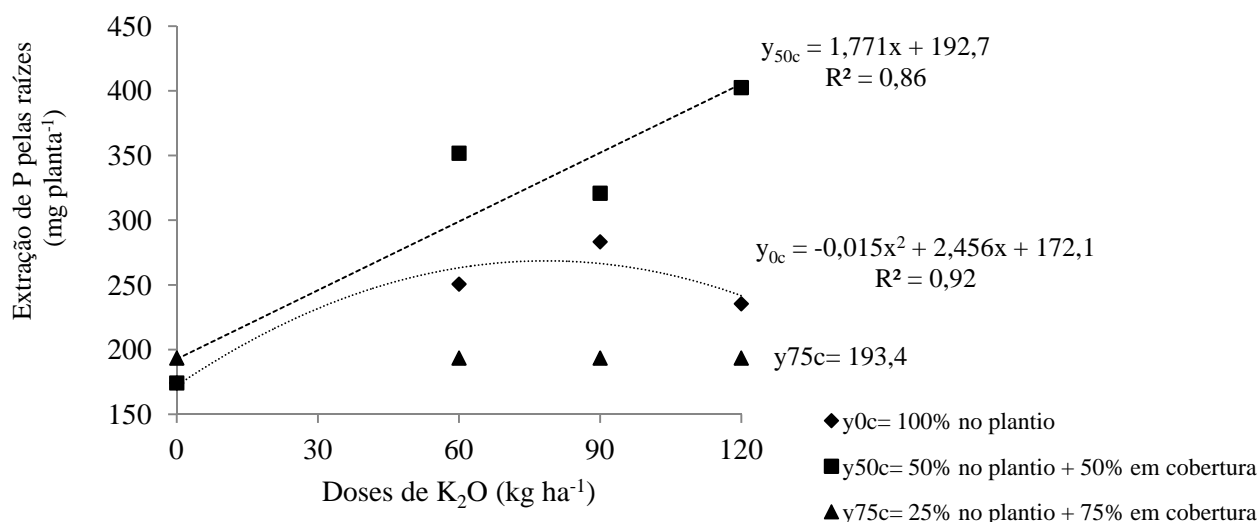


Figura 19. Extração de fósforo (P) nas raízes por planta de batata-doce (mg planta⁻¹) em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

Foi observado ajuste linear crescente para a extração de K, com acréscimo de 8,6 e 22,9 mg planta⁻¹ para cada 1 kg ha⁻¹ de K₂O nos tratamentos sem parcelamento (100% plantio) e 50% (plantio) + 50% (cobertura), respectivamente. Quando a adubação foi parcelada com 25% (plantio) + 75% (cobertura) não foi observada diferença, com média de 2066,0 mg planta⁻¹ (Figura 20).

A maior extração de K foi observada quando se parcelou o potássio em 50% (plantio) + 50% (cobertura), acompanhando o acúmulo de massa seca. Pelo fato do potássio estar relacionado com aumento da taxa fotossintética, melhor aproveitamento da água pela planta, crescimento meristemático, formação e translocação de carboidratos para órgãos de reserva, a maior extração foi acompanhada pela maior produção (TAIZ; ZEIGER, 2004).

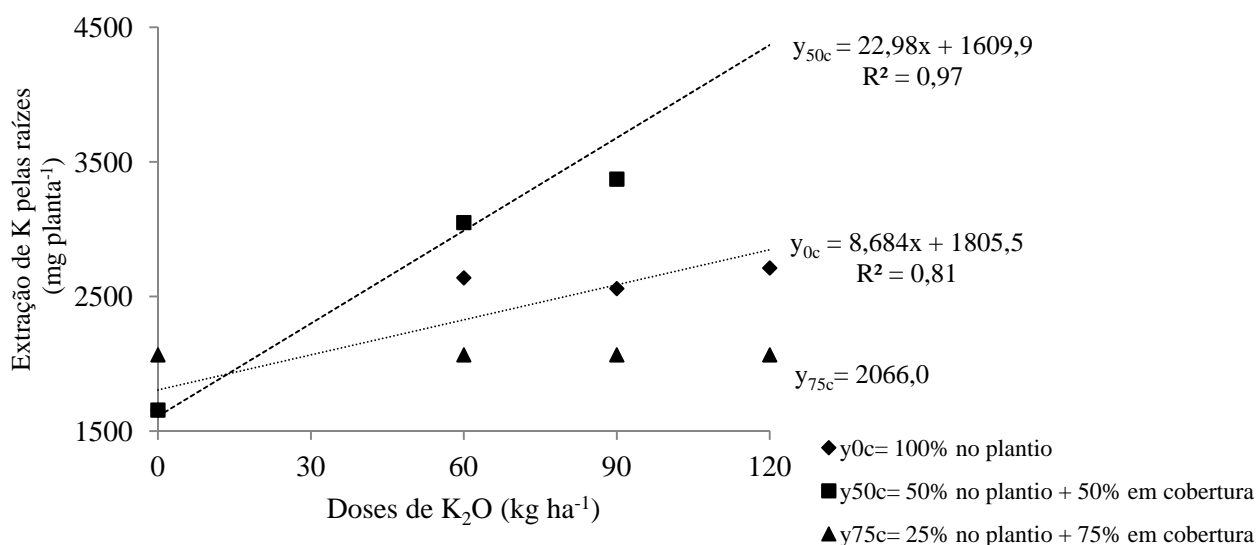


Figura 20. Extração de potássio (K) pelas raízes por planta de batata-doce (mg planta⁻¹) em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

Este mesmo comportamento foi observado para o Ca (Figura 21), ou seja, a extração acompanhou o acúmulo de massa seca das raízes (Figura 7).

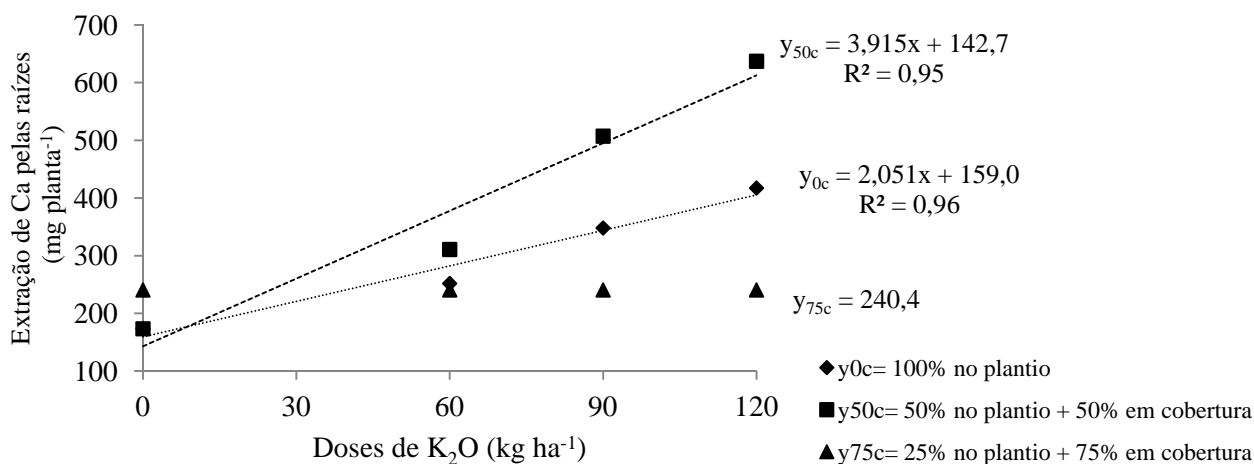


Figura 21. Extração de cálcio (Ca) pelas raízes por planta de batata-doce (mg planta⁻¹) em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

Observou-se ajuste linear crescente da equação quando não se realizou o parcelamento (100% no plantio) e quando foi parcelado em 50% (plantio) + 50% (cobertura) com valores variando de 84,2 a 139,4 mg planta⁻¹ e de 74,8 a 199,6 mg planta⁻¹ para 0 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. Para o parcelamento 25% (plantio) + 75% (cobertura) foi verificado ajuste quadrático, com média máxima estimada de 101,7 mg planta⁻¹ para a dose de 59,7 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 22). Doses elevadas de potássio aos 45 dias após o plantio das ramas prejudicaram a produção de raízes por planta e desta forma, a extração de Mg acompanhou a tendência de acúmulo de massa fresca e seca. Além disso, doses excessivas de potássio reduzem a extração de Mg (YAMADA; ROBERTS, 2005).

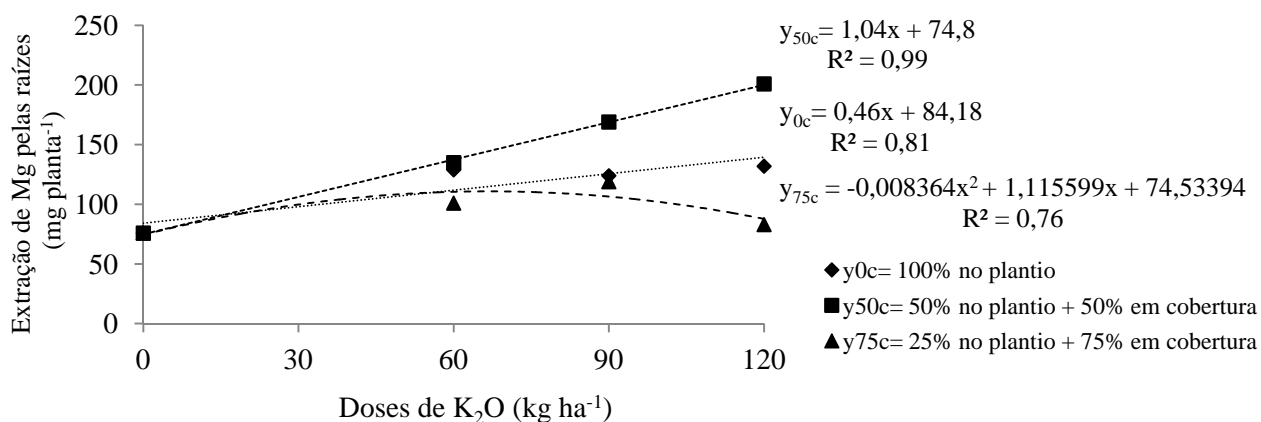


Figura 22. Extração de magnésio (Mg) pelas raízes por planta de batata-doce (mg planta⁻¹) em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

Para a extração de S foi observado ajuste linear nos tratamentos sem parcelamento (100% no plantio) e 50% (plantio) + 50% (cobertura), com valores variando de 84,18 a 139,4 mg planta⁻¹ e de 141,5 a 333,5 mg planta⁻¹, para as doses 0 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. Em relação ao parcelamento 25% (plantio) + 75% (cobertura) foi verificado ajuste quadrático, com média máxima estimada de 151,8 mg planta⁻¹ na dose de 57,0 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 23), pois doses excessivas de potássio em parcelamento de 25% (plantio) + 75% (cobertura) ao reduzirem a produção de massa seca das raízes, também acarretaram a redução da extração de S.

O enxofre desempenha funções que determinam aumentos na produção e na qualidade do produto obtido, isso porque é um dos componentes do acetil-CoA, componente que representa o “centro nervoso” no ciclo de Krebs, influenciando no metabolismo de carboidratos (FERNANDES, 2006).

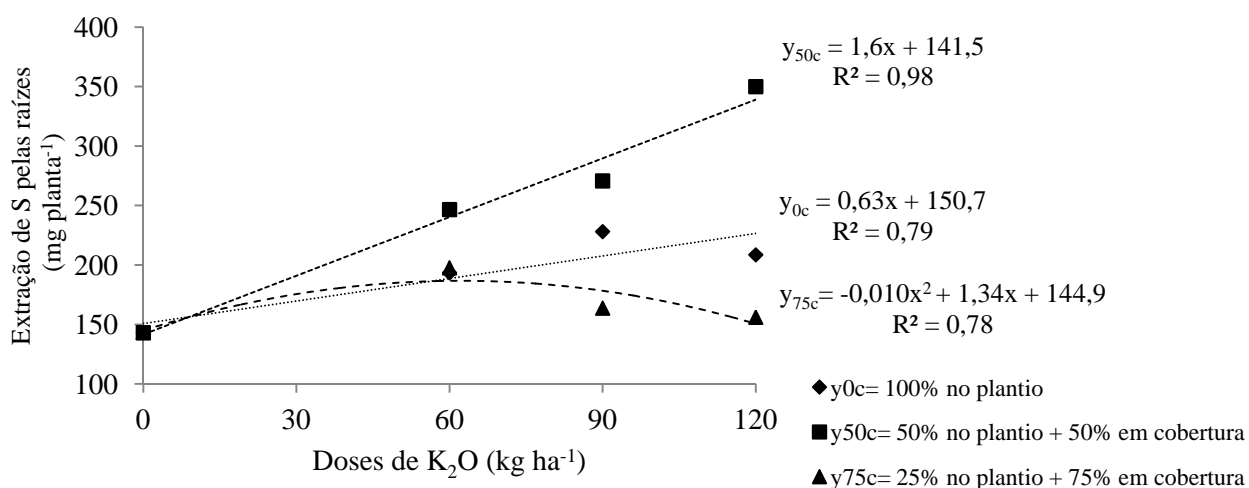


Figura 23. Extração de enxofre (S) pelas raízes por planta de batata-doce (mg planta⁻¹) em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

Echer et al. (2009) relataram a seguinte ordem de extração de macronutrientes pelas raízes tuberosas de batata-doce: N>K>Ca>Mg>P>S. Na presente pesquisa a ordem de extração foi: K>N>Ca>P>S>Mg.

A composição mineral nos tecidos vegetais varia conforme a espécie, cultivar e idade da planta (Malavolta et al., 1997), e a absorção de nutrientes em hortaliças segue um padrão de crescimento ou acúmulo de massa seca, sendo, segundo

Filgueira (2008), o potássio normalmente é o mais absorvido nas raízes tuberosas, o que foi confirmado nesta pesquisa.

6.5 Extração total de macronutrientes pela planta (raiz + parte aérea)

Na tabela 13 estão apresentados os quadrados médios obtidos nas análises de variância para as doses de potássio (QM potássio), parcelamentos de potássio (QM Parcelamento) e interação entre os dois fatores (QM Interação) para as características relacionadas à extração total de macronutrientes avaliadas neste experimento.

Para a extração total de macronutrientes (parte aérea + raízes) o QM dos fatores isoladamente (doses de potássio e parcelamento) foram significativos a 5%, enquanto a interação entre estes não foi significativa a 5% pelo teste F.

Tabela 13. Quadrados médios das doses de potássio (QM potássio), parcelamentos (QM Parcelamento) e da interação entre estes fatores (QM Interação) da análise de variância da extração total de macronutrientes pelas plantas de batata-doce.

Característica	QM potássio	QM Parcelamento	QM Interação
Extração total de N pelas plantas	13272954,38*	30375801,71*	3712531,97 ^{ns}
Extração total de P pelas plantas	172535,70*	206315,28 ^{ns}	41389,40 ^{ns}
Extração total de K pelas plantas	14440581,53*	48046936,82*	621516,42 ^{ns}
Extração total de Ca pelas plantas	3379362,87 ^{ns}	15735265,95*	65642,13 ^{ns}
Extração total de Mg pelas plantas	58646,56*	1647629,32*	13692,05 ^{ns}
Extração total de S pelas plantas	64433,16*	207413,5*	4209,45 ^{ns}

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

6.5.1 Parcelamentos da adubação potássica

Para a extração de N, P e K o parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura) apresentou as maiores médias, sem, no entanto, diferir do parcelamento 25% (plantio) + 75% (cobertura), porém diferindo do tratamento 100% da adubação potássica no plantio (Tabela 14). Para o Ca, Mg e S foi observado maior extração para o parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura), diferindo dos outros parcelamentos. A extração total acompanha o acúmulo de massa seca da planta que foi, em sua maior parte, observada na parte aérea. O parcelamento da adubação potássica permitiu melhor

aproveitamento dos nutrientes, pois proporcionou maior acúmulo tanto de massa seca da parte aérea bem como da massa seca das raízes tuberosas.

Tabela 14. Extração total (raízes + parte aérea) de macronutrientes por planta de batata-doce (mg planta^{-1}) em função dos parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

Parcelamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	(mg planta ⁻¹)					
100%	11102,6 b	1475,5 b	16544,5 b	3649,9 b	1762,0 b	931,0 c
50% P + 50% C	14275,9 a	1757,8 a	20841,6 a	6077,6 a	2562,4 a	1214,0 a
25% P + 75% C	13655,5 a	1568,8 ab	17957,6 a	4261,2 b	2105,7 b	1074,6 b
CV (%)	15,57	12,94	11,91	32,34	17,74	9,00

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey $p < 0,05$.

CV: coeficiente de variação.

100% P: 100% da adubação potássica no plantio; 50% P + 50% C: 50% da adubação potássica no plantio + 50% da adubação potássica em cobertura; 25% P + 75% C: 25% da adubação potássica no plantio + 75% da adubação potássica em cobertura.

6.5.2. Doses de potássio

Para a extração total de N no tratamento 100% da adubação potássica em plantio não foi observada diferença, com média de $11102,7 \text{ mg planta}^{-1}$. Na extração total de N foi observado ajuste linear para os parcelamentos 50% (plantio) + 50% (cobertura) e 25% (plantio) + 75% (cobertura), com acréscimos de 41,3 e de 40,2 mg planta^{-1} para cada 1 kg ha^{-1} de K_2O , respectivamente (Figura 24). A extração de N acompanhou o comportamento de acúmulo da massa seca da parte aérea da planta (Figura 4), que representa a maior quantidade de massa seca na planta.

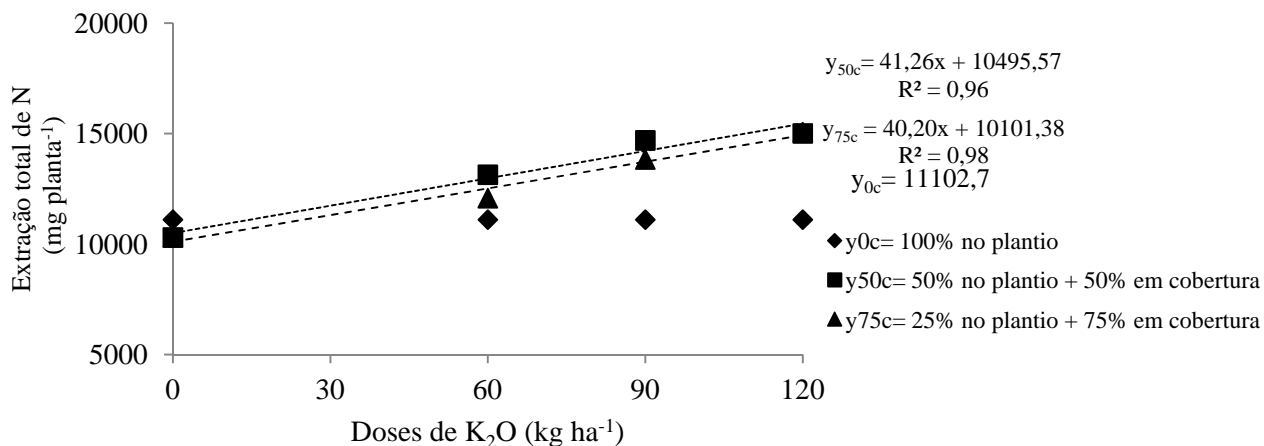


Figura 24. Extração total de N por planta de batata-doce (mg planta⁻¹) em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

Para o tratamento 100% da adubação potássica em plantio não foi observada diferença na extração total de P, com média de 1476,0 mg planta⁻¹. Foi observado ajuste linear para os parcelamentos 50% (plantio) + 50% (cobertura) e 25% (plantio) + 75% (cobertura), com acréscimos de 5,4 e de 3,5 mg planta⁻¹ para cada 1 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente (Figura 25). A extração de P também acompanhou o comportamento de acúmulo da massa seca da parte aérea da planta.

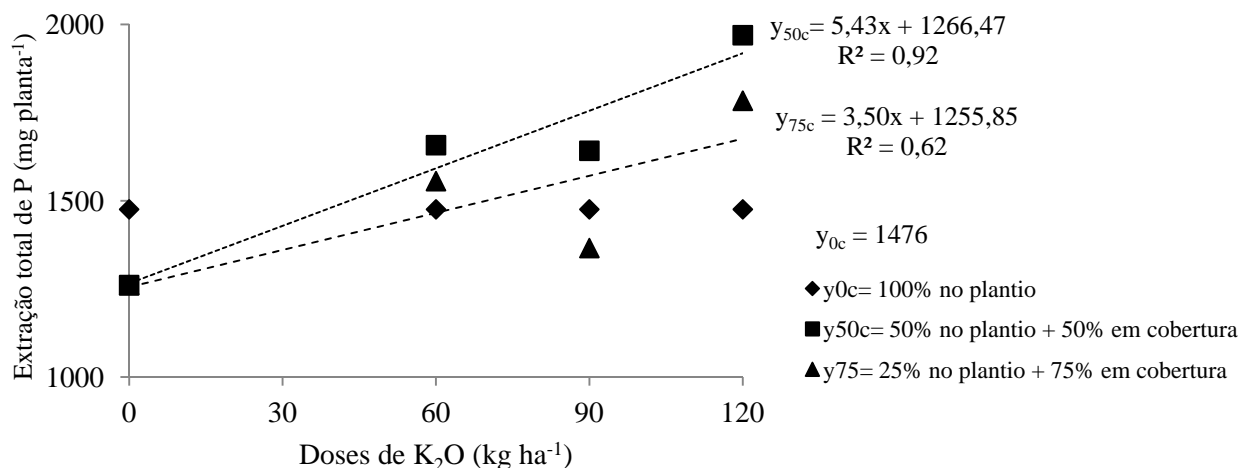


Figura 25. Extração total de fósforo (P) por planta de batata-doce (mg planta⁻¹) em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

Para o K foi observado ajuste linear para os parcelamentos 50% (plantio) + 50% (cobertura) e de 25% (plantio) + 75% (cobertura), com acréscimos de 58,4 e 34,8 mg planta⁻¹ para cada 1 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. Para o tratamento 100% da adubação potássica no plantio houve ajuste quadrático, com média máxima estimada de 18250,4 mg planta⁻¹ na dose de 64,2 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 26). O potássio em elevadas doses é facilmente lixiviado (YAMADA; ROBERTS, 2005), principalmente em condições de elevada precipitação. Assim, quando não se realizou o parcelamento, observou-se redução na extração para doses superiores a 64,2 kg ha⁻¹ de K₂O. Uma das formas de reduzir a lixiviação e a salinização é a realização do parcelamento, permitindo assim, a redução tanto da lixiviação como da salinização e, portanto, maior disponibilidade de K para a extração pela planta.

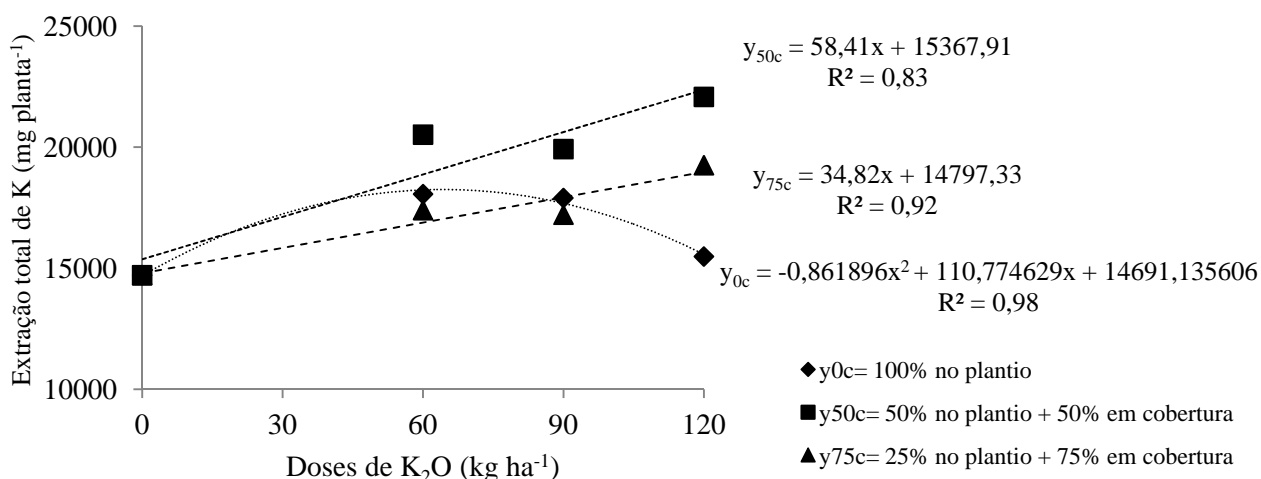


Figura 26. Extração total de potássio (K) por planta de batata-doce (mg planta⁻¹) em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

Para a extração total de Ca não foi observada diferença no tratamento com 100% da adubação potássica em plantio, com média de 3649,9 mg planta⁻¹. Foi observada diferença, com ajuste quadrático e média máxima estimada de 6797,4 mg planta⁻¹ na dose de 70,8 kg ha⁻¹, quando se parcelou a adubação potássica 50% (plantio) + 50% (cobertura). No parcelamento 25% (plantio) + 75% (cobertura) foi observado ajuste linear, com acréscimo de 12,87 mg planta⁻¹ para cada 1 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 27).

A aplicação de um nutriente pode beneficiar ou prejudicar o teor e a ação do outro. Assim, o aumento do teor de potássio no solo pode resultar na redução da

absorção de cálcio pelas plantas (MARSCHNER, 1995). Este fato foi verificado no parcelamento em 50% (plântio) + 50% (cobertura), pois, embora o potássio tenha sido melhor distribuído, o aumento das doses podem ter aumentado a concentração média ao longo do ciclo de K por reduzir a possibilidade de lixiviação o que reduziu a extração do Ca a partir de 69,3 kg ha⁻¹ de K₂O.

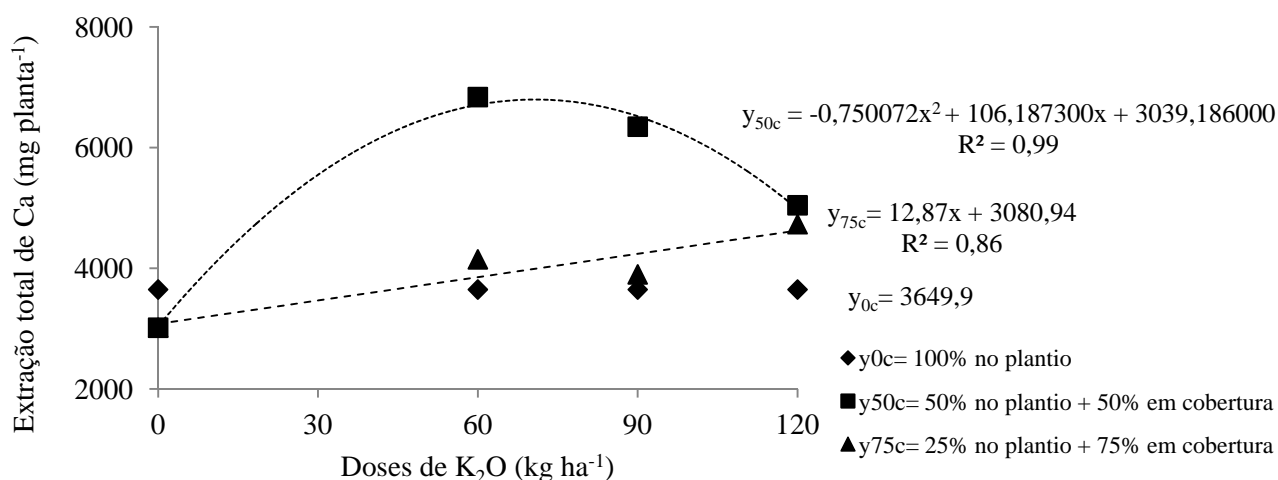


Figura 27. Extração total de cálcio (Ca) por planta de batata-doce (mg planta⁻¹) em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

Para o Mg não foi observada diferença para o tratamento 100% da adubação potássica no plântio, com média de 1762,0 mg planta⁻¹. Para o parcelamento 50% (plântio) + 50% (cobertura) foi observado ajuste quadrático com média máxima estimada de 2748,9 mg planta⁻¹ na dose de 75,4 kg ha⁻¹ de K₂O. No parcelamento 25% (plântio) + 75% (cobertura) foi observado ajuste linear, com acréscimo de 5,3 mg planta⁻¹ para cada 1 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 28).

A habilidade de uma planta para obter quantidades suficientes de K, Ca e Mg, ou outro nutriente, para um bom crescimento e desenvolvimento pode depender não apenas do teor e da forma disponível do nutriente no meio de crescimento, mas também de outros fatores que alteram sua absorção. No caso dos cátions, tem sido evidenciada a importância de outros cátions presentes no meio de crescimento para a

absorção de determinado cátion pela planta, como a observada entre K:Ca:Mg (BÜLL et al., 1998).

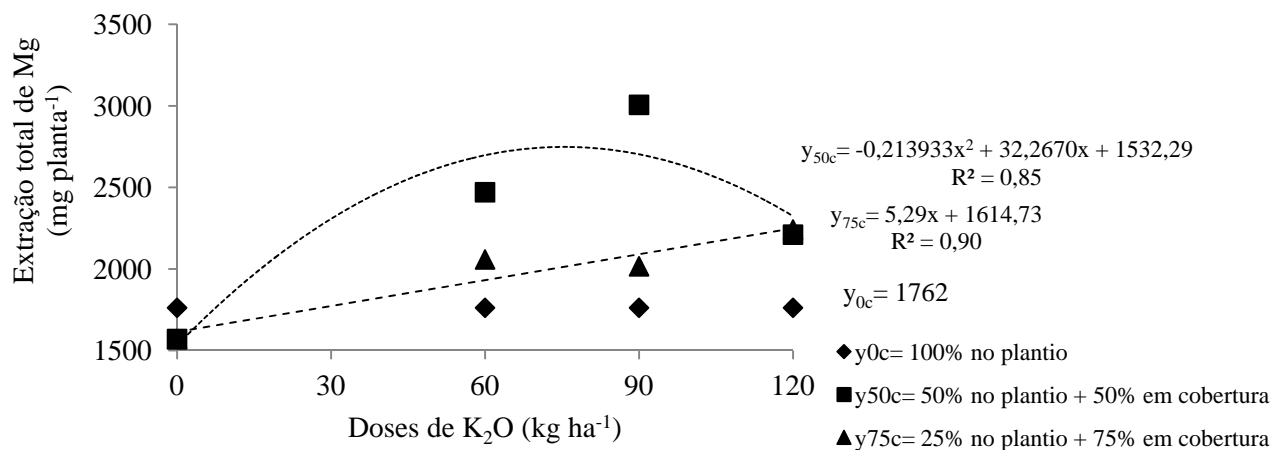


Figura 28. Extração total de magnésio (Mg) por planta de batata-doce (mg planta⁻¹) em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

Para a extração de S não foi observada diferença para as doses para o tratamento 100% da adubação potássica no plantio, com média de 931,0 mg planta⁻¹. Para os parcelamentos 50% (plantio) + 50% (cobertura) e para 25% (plantio) + 75% (cobertura) foi observado ajuste linear, com acréscimos de 3,6 e de 2,3 mg planta⁻¹ para cada 1 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente (Figura 29).

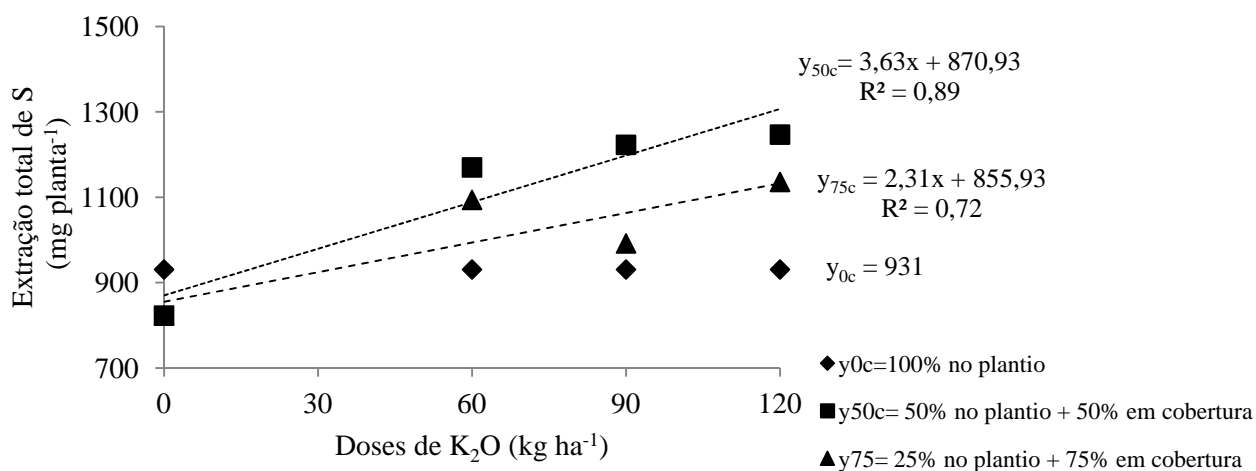


Figura 29. Extração total de enxofre (S) por planta de batata-doce (mg planta⁻¹) em função das doses e parcelamentos da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

A ordem decrescente de extração total na planta foi: K>N>Ca>Mg>P>S. Segundo Filgueira (2008) o potássio é o nutriente mais extraído pela batata-doce, o que se confirmou na presente pesquisa.

6.6 Características físico-químicas das raízes

Na tabela 15 estão apresentados os quadrados médios obtidos nas análises de variância para as doses de potássio (QM potássio), parcelamento de potássio (QM Parcelamento) e interação entre os dois fatores (QM Interação) para as características avaliadas neste experimento.

Para as características físico químicas o QM dos fatores isoladamente (doses de potássio e parcelamento) foram significativos a 5% apenas açúcares redutores, amido e acidez titulável, enquanto a interação entre estes não foi significativo a 5% pelo teste F.

Tabela 15. Quadrados médios das doses de potássio (QM potássio), parcelamento (QM Parcelamento) e da interação entre estes fatores (QM Interação) da análise de variância das características físico-químicas das raízes tuberosas de batata-doce.

Característica	QM potássio	QM Parcelamento	QM Interação
pH	0,0100 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,002 ^{ns}
Acidez titulável	0,0001 ^{ns}	0,00006*	0,0003 ^{ns}
Sólidos solúveis	0,3405 ^{ns}	0,1166 ^{ns}	0,2733 ^{ns}
Açúcares redutores	3,08*	0,12 ^{ns}	0,17 ^{ns}
Amido	20,63*	2,06 ^{ns}	1,27 ^{ns}

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

6.6.1 Parcelamento da adubação potássica

Em relação ao parcelamento da adubação potássica não foi observada diferença para o pH, sólidos solúveis, açúcares redutores e amido, com médias de 6,43, 7,0 °Brix, 2,5% e 9,1%, respectivamente. Apenas para a acidez titulável foi observada maior média (0,040% de ácido cítrico) no tratamento 100% da adubação

potássica no plantio, sem, no entanto, diferir do parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura) (Tabela 16).

Tabela 16. Acidez titulável, pH, sólidos solúveis, açúcares redutores e amido em raízes comerciais de batata-doce, em função dos parcelamentos da adubação potássio. FCA/UNESP, 2014.

Parcelamentos	Acidez Titulável (% de ácido cítrico)	pH	Sólidos solúveis (°Brix)	Açúcares redutores (%)	Amido (%)
100%	0,040 a	6,45 a	6,97 a	2,35 a	9,60 a
50% P + 50% C	0,038 ab	6,42 a	7,14 a	2,55 a	8,77 a
25% P + 75% C	0,036 b	6,43 a	6,97 a	2,52 a	8,94 a
CV (%)	10,73	0,81	6,58	17,06	13,37

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey $p < 0,05$.

CV: coeficiente de variação.

100% P: 100% da adubação potássica no plantio; 50% P + 50% C: 50% da adubação potássica no plantio + 50% da adubação potássica em cobertura; 25% P + 75% C: 25% da adubação potássica no plantio + 75% da adubação potássica em cobertura.

6.6.2 Doses de potássio

Em relação às doses de potássio, não foi observada diferença estatística para pH, acidez titulável e sólidos solúveis (Tabela 17).

Para o pH foi obtida média de 6,44 (Tabela 17), sendo que estes valores estão próximos aos encontrados por Gouveia et al. (2014) que observaram valores entre 6,15 e 6,49 ao avaliarem o parcelamento da adubação nitrogenada e o armazenamento de raízes de batata-doce cultivar Canadense.

Para a acidez titulável foi observada média de 0,039% de ácido cítrico (Tabela 17). A acidez é atribuída à presença dos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células, na forma livre ou combinada com sais de ésteres (NASSUR, 2009). Eles não só contribuem para a acidez, mas também para o aroma característico, tendo em vista que alguns componentes são voláteis. Os ácidos orgânicos servem como reserva energética, por meio de sua oxidação no ciclo de Krebs e podem ser influenciados pela adubação, pois níveis adequados de K podem aumentar a acidez titulável devido maior concentração de ácidos orgânicos (CHITARRA; CHITARRA,

2005), no entanto, na presente pesquisa as doses de potássio não afetaram a acidez titulável.

Para os sólidos solúveis a média foi de 6,90 °Brix (Tabela 17). Os sólidos solúveis são constituídos principalmente por açúcares (sacarose). De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) e Feltran et al. (2004), entre os fatores que podem influenciar os teores está a adubação. Níveis adequados de K promovem incremento no teor de sólidos solúveis nos órgãos armazenadores (MEURER, 2006). No entanto, esse fato não foi observado na presente pesquisa. Os valores obtidos na presente pesquisa foram semelhantes aos encontrados por Souza Júnior et al. (2005), que avaliando a composição centesimal de diversas cultivares de batata doce, encontraram valores entre 5,5 e 7,0 °Brix. No trabalho de Cereda et al. (1985), os teores variaram de 5,5 a 13,5 %, porém as cultivares foram colhidas aos 10 meses de ciclo, portanto, com maior acúmulo de açúcares. Silva (2013) obteve média de 8,3 °Brix ao empregar KCl como fonte de potássio na dose de 175 kg ha⁻¹.

Tabela 17. Acidez titulável, pH e sólidos solúveis em raízes de batata-doce em função das doses de potássio. FCA/UNESP, 2014.

Doses de K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Acidez titulável (% de ácido cítrico)	pH	Sólidos solúveis (°Brix)
0	0,046	6,49	7,32
60	0,039	6,45	7,02
90	0,035	6,45	7,13
120	0,038	6,38	6,18
F	2,86 ^{ns}	1,26 ^{ns}	1,59 ^{ns}
CV (%)	10,73	0,81	6,58

CV = coeficiente de variação; ns = não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade

Para os teores de açúcares redutores foi observado que para o parcelamento de 50% (plantio) + 50% (cobertura) houve ajuste linear, com médias variando de 1,8% a 2,9%, sem a aplicação de potássio (dose 0 kg ha⁻¹ de K₂O) e para 120 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. Este mesmo comportamento foi observado para o parcelamento de 25% (plantio) + 75% (cobertura), com médias que variaram de 1,7 a 2,9% sem a aplicação de potássio e para 120 Kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. Quando não se

realizou adubação em cobertura com potássio (100% no plantio) não houve diferença estatística, com média de 2,3% (Figura 30).

Segundo Taiz e Zeiger (2004), o potássio, além de atuar em processos como fotossíntese também atua na distribuição de fotoassimilados entre as diferentes partes das plantas, que são armazenados na forma de carboidratos em órgãos de reserva, como as raízes tuberosas. Estes fatores podem explicar o aumento nos teores de açúcares redutores com o aumento de doses de K_2O quando este foi parcelado, ou seja, melhor distribuído ao longo do ciclo.

Segundo Malavolta (2006), o potássio é necessário para a formação dos açúcares e para seu transporte até os órgãos de reserva. Portanto adubações com esse nutriente são de fundamental importância para a cultura da batata-doce, principalmente, para que ocorra o aumento dos teores de carboidratos.

A produção e a translocação de fotoassimilados nas plantas tem revelado uma relação de causa-efeito com a nutrição potássica (HUBER, 1985; MARSCHNER, 2011). O decréscimo da taxa de translocação de fotoassimilados parece anteceder os efeitos da deficiência de potássio sobre as taxas da fotossíntese (HARTT, 1969; ASHLEY e GOODSON, 1972). Esse decréscimo pode estar associado ao requerimento de açúcares, em substituição ao potássio na osmo-regulação das folhas (HUBER, 1985). As evidências sugerem que a função do potássio nesse processo é a de promover a liberação ativa da sacarose das células do mesófilo para o apoplasto (DOMAN e GEIGER, 1979; MENGEL, 1974; MAGALHÃES, 2007), provavelmente, por meio do mecanismo de co-transporte sacarose/ K^+ , ou o carregamento de sacarose do apoplasto para dentro das células companheiras dos elementos crivados (MENGEL, 1974). Aparentemente, esse carregamento do floema ocorre por um mecanismo de co-transporte sacarose/ H^+ , com o potássio movendo-se em resposta ao potencial de membrana. Assim, a maior eficiência na translocação de fotoassimilados pode elevar os teores de açúcares solúveis e de amido (MENGEL, 1974).

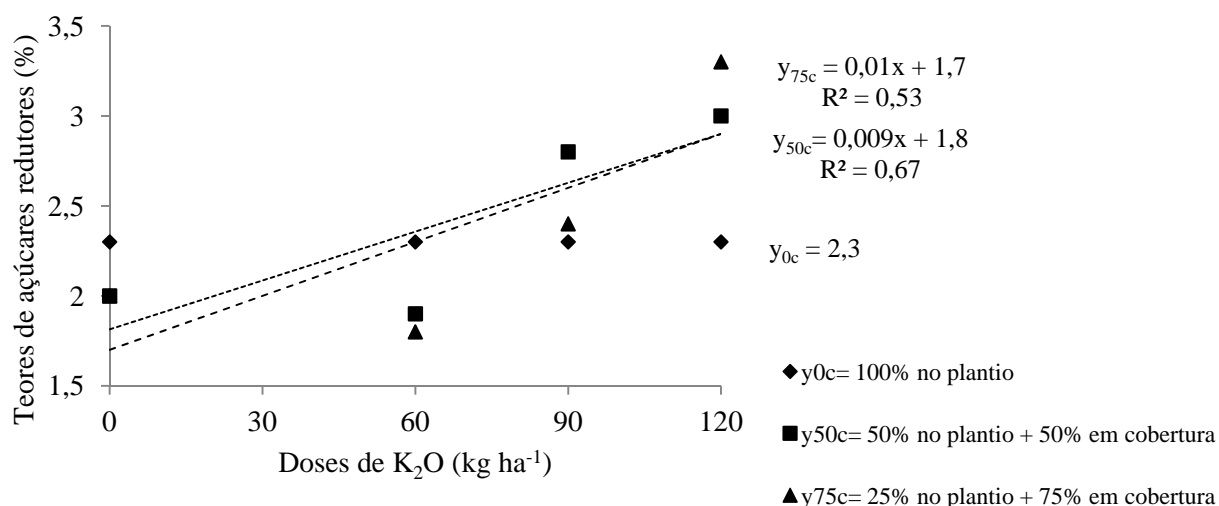


Figura 30. Teores de açúcares redutores nas raízes comerciais de batata-doce em função das doses e parcelamento da adubação potássica. FCA/UNESP, 2014.

Para os teores de amido não houve diferença estatística com média de 9,6% para o tratamento 100% da adubação potássica no plantio. Foi observado ajuste linear decrescente em função das doses de potássio com o parcelamento de 50% (plantio) + 50% (cobertura) com médias variando de 10,7% sem a aplicação de potássio a 7,9% na dose de 120 kg ha⁻¹ de K₂O, ou seja, uma redução de 26%. Para o parcelamento de 25% (plantio) + 75% (cobertura) observou-se ajuste quadrático com média máxima estimada de 11,2% na dose de 33,3 kg ha⁻¹ K₂O (Figura 31). Segundo Reis Júnior e Fontes (1996), a aplicação excessiva de K também pode reduzir a percentagem de amido, já que o aumento da absorção e o acúmulo de K nas plantas reduzem o potencial osmótico e aumenta a absorção de água, o que causa a diluição dos teores de amido em órgãos armazenadores.

No inhame (*Dioscorea cayennensis*), Oliveira et al. (2002) observaram relação direta da adubação com K com o teor de amido nos rizóforos. Também a redução no teor de glicose, em níveis acima de 198 kg ha⁻¹ de K₂O, pode ter contribuído para a redução do teor amido, isso porque a glicose nas raízes é polimerizada em amido (CEREDA et al., 2001).

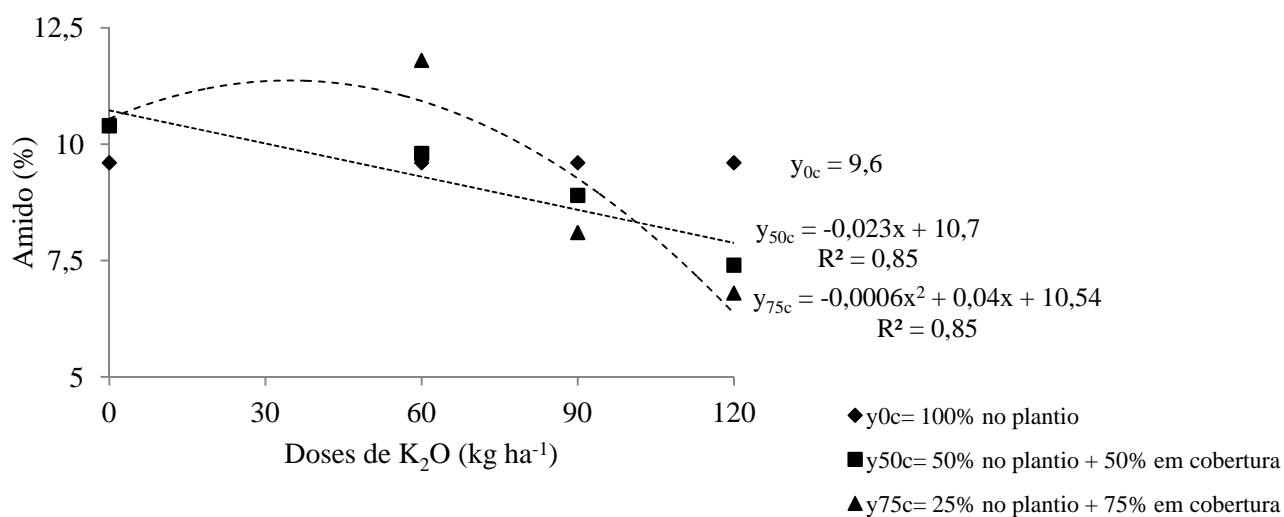


Figura 31. Teores de amido nas raízes comerciais de batata-doce em função das doses e parcelamentos da adubação potássica em cobertura. FCA/UNESP, 2014.

7 CONCLUSÕES

Recomenda-se o parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura) da adubação potássica, pois favoreceu o aumento no número de raízes comerciais, massa fresca e seca por raiz e por planta, diâmetro, bem como a produtividade.

Doses de até 120 kg ha⁻¹ de K₂O aumentaram a produtividade principalmente no parcelamento 50% (plantio) + 50% (cobertura).

O aumento das doses de potássio de 0 para 120 kg ha⁻¹ de K₂O aumenta os teores de açúcares redutores e diminui o acúmulo de amido.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALVES, A.U.; OLIVEIRA, A.P.; ALVES, E.U.; OLIVEIRA, A.N.P.; CARDOSO, E.A.; MATOS, B.F. Manejo da adubação nitrogenada para a batata-doce: fontes e parcelamento de aplicação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 6, p. 1554-1559, 2009.

ANDRADE JÚNIOR, V.C.; VIANA, D.J.S.; PINTO, N.A.V.D.; RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, R.C.; NEIVA, I.P.; AZEVEDO, A.M.; ANDRADE, P.C.R. Características produtivas e qualitativas de ramas e raízes de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 584-589, 2012.

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

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 OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry**. 11. ed. Washington, DC: AOAC, 1992. 1015p.

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

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades do solo**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 898 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2005. 1018 p.

BREGAGNOLI, M. **Qualidade e produtividade de cultivares batata para indústria sob diferentes adubações**. Piracicaba, 2006. 141 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BRITO CH; OLIVEIRA AP; ALVES AU; DORNELES CSM; SANTOS JF; NÓBREGA JPR. Produtividade da batata-doce em função de doses de K₂O em solo arenoso. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v 24, p. 320-323, 2006.

BÜLL, L. T.; VILLAS BÔAS, R. L.; NAKAGAWA, J. Variações no balanço catiônico do solo induzidas pela adubação potássica e efeitos na cultura do alho vernalizado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 157, p. 163, 1998.

BÜLL, L.T. et al. Fertilização potássica na cultura do alho vernalizado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 157-163, 2001.

CAMARGO, L. de S. **As hortaliças e seu cultivo**. 3.ed., Campinas: Fundação Cargill, 1992. 252p.

CARDOSO, A.D.; ALVARENGA, M.A.R.; MELO, T.L.; VIANA, A.E.S. Produtividade e qualidade de tubérculos de batata em função de doses e parcelamentos de nitrogênio e potássio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p.1729-1736, 2007.

CECÍLIO FILHO, A.B.; REIS, M. dos S.; SOUZA, R.J. de; PASQUAL, M. Degenerescência em cultivares de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 82-84, 1998.

CEREDA, M.P.; WOSIACKI, G; CONCEIÇÃO, F.D.A. Características físico-químicas e reológicas de cultivares de batata-doce (*Ipomoea batatas*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.5, p. 61-70. 1985.

CEREDA, M.P.; FRANCO, C.M.L.; DAIUTO, E.R.; DEMIATE, J.M.; CARVALHO, L.J.C.B.; LEONEL, M.; VILPOUX, D.F.; SARMENTO, S.B.S. **Propriedades gerais do amido**. Campinas, Fundação Cargill, 2001.

CHAVES, L.H.G.; PEREIRA, H.H.G. **Nutrição e adubação de tubérculos**. Campinas: Cargill, 1985.p.46-86.

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

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

DAROS, M.; AMARAL JÚNIOR, A.T. Adaptabilidade e estabilidade de produção de *Ipomoea batatas* L.. **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 4, p.911-917, 2000.

DARWISH, T.; ATALLAH, T; KHATIB, N; KARAM, F. Fertigation and conventional potassium application to field grown potato in Lebanon: Perspective to Enhance Efficiency. In: IPI REGIONAL WORKSHOP ON POTASSIUM AND FERTIGATION DEVELOPMENT IN WEST ASIA AND NORTH AFRICA, MOROCCO, 2004. **Anais eletrônicos**...Disponível em: <<http://www.ipipotash.org/udocs/Fertigation%20and%20Conventional%20Potassium.pdf>> Acesso em: 02 Dezembro. 2014.

DOMAN, D.C.; GEIGER, D.R.; Effect of Exogenously Supplied Foliar Potassium on Phloem Loading in *Beta vulgaris* L. **Plant Physiology**, v. 64, n. 4, p. 528–533. 1979.

DUNCAN, A.A.; SCOTT, L.E.; STARKE, F.C. Effect of potassium Chloride and potassium sulphate on yield and quality of sweet potatoes. **Proceedings of the the American Society for Horticultural Science**, Maryland, v.71, p.391-398, 1958.

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

ECHER, F.R.; DOMINATO, J.C.; CRESTE, J.E.; SANTOS, D.H. Fertilização de cobertura com boro e potássio na nutrição e produtividade da batata-doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v 27, p. 171-175. 2009.

ECHER, F.R.; FOLONI, J.S.S.; TIRITAN, C.S.; SANTOS, D.H.; CORTE, A. Adubação nitrogenada e potássica de cobertura na Batata-doce. In: Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão (ENEPE). **Anais...** Presidente Prudente: 2007. CD-ROM.

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

ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J.A.; SANTOS, F.C. Potássio. **In: NOVAIS RF; ALVAREZ VH; BARROS NF; FONTES RLF; CANTARUTTI RB; NEVES JCL. Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS/UFV. p. 551-594. 2007.**

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. **Growth and mineral nutrition of fields crops**. New York: Marcel Dekker, 1991. 476p.

FELTRAN, J. C.; LEMOS, L. B.; VIEITES, R. L. Technological quality and utilization of potato tubers. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 6, p. 593-597, 2004.

FERNANDES, A.M.; SORATTO, R.P. **Nutrição mineral, calagem e adubação da batateira**. Botucatu/Itapetininga: FEPAF/ABBA, 2012. 121p.

FERNANDES, A.M.; SORATTO, R.P.; SILVA, B.L. Extração e exportação de nutrientes em cultivares de batata: I - macronutrientes. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.35, n.6, p.2039-2056, 2011.

FERNANDES, M.S (Editor). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2006, v. 1, 432 p.

FERREIRA, D. F. **Sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: UFLA. 2000. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/dff02.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2014.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2008. 418p.

FOLONI, J.S.S., CORTE, A.J., CORTE, J.R.N., ECHER, F.R., TIRITAN, C.S. Adubação de cobertura na batata-doce com doses combinadas de nitrogênio e potássio. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, p. 117-126, 2013.

GOMIDE, J.A. Adubação fosfatada e potássica de plantas forrageiras. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P.(Ed.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ. p.155-64, 1986.

GONÇALVES NETO, A. C.; MALUF, W. R.; GOMES, L. A. A.; GONÇALVES, R. J. S.; SILVA, V. F.; LASMAR, A. Aptidões de genótipos de batata-doce para consumo humano, produção de etanol e alimentação animal. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 46, n. 11, p. 1513-1520, 2011.

GOUVEIA, A.M.S.; CORRÊA, C.V.; TAVARES, A.E.B.; EVANGELISTA, R.M.; CARDOSO, A.I.I. Qualidade de raízes de batata-doce em função da adubação nitrogenada e conservação. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v.10, n.1, p.57-64, 2014.

GRUNER, G. **La fertilización de la papa**. Departamento Agronômico para El extrujeiro, Hannover, 1963. 47p. (Boletim Verde, 17).

HAHN, S.K. Sweet potato. In: ALVIM PT; KOZLOWSKI TT. (eds). *Ecophysiology of tropical crops*. New York: Academic Press. p. 237-248. 1977.

HAMMETT, L.K.; MILLER, C.H.; SHALLOW, W.H.; HARDEN, C. Influence os N source, N rate, and K rate on the yield and mineral concentration of sweet potato. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount, v.109, n.3, p.294-298, 1984.

HARTT, C.E. Effect of potassium deficiency upon translocation of C in attached blades and entire plants of sugarcane. **Plant Physiology**, v. 44, n. 10, p.1461-1469. 1969.

HUAMAN, Z. **Systemic botany and morphology of the sweet potato plant**. Technical Information Bulletin 25. International Potato Centre, Lima, Peru, 1992. 22 p.

HUBER, D.M.; D.C. ARNY. Interactions of potassium with plant disease. In: MUNSON, R.D (Ed.). **Potassium in agriculture**. ASA, CSSA, SSA (Madison), 1985. p.467-488.

IMAS, P.; BANSAL, S. K. **Potassium and integrated nutrient management in potato**. In: GLOBAL CONFERENCE ON POTATO, 1999, New Delh, Índia. Disponível em: <<http://www.ipipotash.org/presentn/kinmp.html>> Acesso em: 18 Set. 2014.

ISHERWOOD, K.F. **Mineral fertilizer use and environment**. Paris: International Fertilizer Industry Association, 2000. 61 p.

KANG, W.; FAN, M.; MA, Z.; SHI, X.; ZHENG, H. Luxury Absorption of Potassium by Potato Plants. **American Journal of Potato Research**, Orono, p.1-6, 2014.

KAYODE, G.O. Effects of NPK fertilizers on tuber yield, starch content and dry matter accumulation of white guinea yam (*Dioscorea rotundata*) in a forest alfisol of south Western Nigeria. **Experimental Agriculture**, Ibadan, v. 21, n. 4, p.389-393, 1985.

KUMAR, P. et al. Influence of source and time of potassium application on potato growth, yield, economics and crisp quality. **Potato Research**, Wageningen, v. 50. p. 1-13, 2007.

KURIHARA, C.; GOMES, G.C.; MATOS, F.A.C.; QUINDERÉ JUNIOR, R.A.G. **Recomendações técnicas para a produção e comercialização de hortaliças para o período de entressafra no Distrito Federal**. Brasília: EMBRAPA/SPI/EMATER-DF, 1993. 43 p.

LE BOT, J.; PILBEAM, D.J.; KIRKBY, E.A. Plant mineral nutrition in crop production. In: BASRA, A.S. **Mechanism of plant growth and improved productivity**. Ludhiana, India: Marcel Dekker, p. 33-72. 1994.

LEONARD, O.A.; ANDERSON, W.S.; GEIGER, M. Fieldstudies on the mineral nutrition of the sweet potato. **JOURNAL American Society for Horticultural Science**, Mount, v.109, n.3, p. 387-392, 1949.

LOPES, A. S. **Manual Internacional de Fertilidade do Solo**. Associação brasileira para pesquisa da potassa e do fósforo. Piracicaba, 1995. 177 p.

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.

MAGALHÃES, K. A. B. **Análise da sustentabilidade da cadeia produtiva de etanol de batata-doce no município de Palmas-TO**. Palmas, Maio de 2007. Dissertação de Mestrado em Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins. 2007.

MALAVOLTA, E.A.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, A.S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 201p.

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

MALLMANN, N. **Efeito da adubação na produtividade, qualidade e sanidade de batata cultivada no centro-oeste paranaense**. 2001. 129 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MARSCHNER, H. 1995. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. Londres: Academic Press, 1995. 889 p.

MARTIN, F.W.; FLORES, N.A.; CARMER, S.G. Identification of a key environment for determination of yield stability in sweet potato. **Tropical Agriculture**, v. 65, n. 4, p. 313-316, 1988.

MELO, V. F. et al. **Química e mineralogia do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. v. 1. 695 p.

MENDONÇA, A.T.C.; PEIXOTO, N. Efeitos do espaçamento e de níveis de adubação em cultivares de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.9, n.2, p.80-82, 1991.

MENGEL, K.; VIRO, M. Effect of potassium supply on the transport of photosynthates to the fruits of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). **Physiology Plant**, v.30, p.295-300, 1974.

MEURER, E. J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. (editor). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: SBCS/UFV, 2006. p. 281-298.

MIRANDA, J.E.C. **Batata-doce. Evolução e melhoramento**. Piracicaba: USP/ESALQ, 1982. 139 p. (Monografia graduação).

MIRANDA, J.E.C. de. Brazlândia Roxa, Brazlândia Branca, Brazlândia Rosada e Coquinho: novas cultivares de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 7, n. 1, p. 32-33, 1989.

MONTEIRO, F.A.; DECHEN, A.R; CARMELO, Q.C.A. Nutrição mineral e qualidade de produtos agrícolas. In: ABEAS. Curso de nutrição mineral de plantas. Piracicaba: ABEASESALQ, 1997. 27 p.

MURILO, D.V. Cultivares de batata-doce. In: ENCONTRO DE PROFESSORES, PESQUISADORES E EXTENSIONISTAS DO RIO GRANDE DO NORTE, 4., 1990, Mossoró. **Anais...** Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró – ESAM, 1990. p. 27-29.

NASCIMENTO, S.M.C. **Nutrição mineral e produtividade da batata-doce biofortificada em função de doses de fósforo e potássio**. Jaboticabal. 51p. Tese (Doutor em Agronomia - Ciência do Solo). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal.

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

NELSON, N. A photometric adaptation of somogy method for determination of glucose. **Journal Biological Chemistry**, Baltimore, v.31, n.2, p.159-161, 1944.

NIEBES, J. F. et al. Release of nonexchangeable potassium from different size fractions of two highly K-fertilized soils in the rhizosphere of rape (*Brassica napus cv. Drakkar*). **Plant and Soil**, Dordrecht, 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, 2007. 1017 p.

O'SULLIVAN, J.N.; ASHER, C.J.; BLAMEY, F.P.C. **Nutrient disorders of sweet potato**. ACIAR, Monograph^o. 48, Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, 1997. 136 p.

OLIVEIRA, A.P.; FREITAS NETO, P.A.; SANTOS, E.S. Produtividade de inhame, em função de fertilização orgânica e mineral e de épocas de colheita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.2, p.144-147, 2002.

OLIVEIRA, A.P.; MOURA, M.F.; NOGUEIRA, D.H.; CHAGAS, N.G.; BRAZ, M.S.S.; OLIVEIRA, M.R.T.; BARBOSA, J.A. Produção de raízes de batata-doce em função do uso de doses de N aplicadas no solo e via foliar. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v 24, p. 279-282. 2006.

OLIVEIRA, A.P.; SILVA, J.E.L.; PEREIRA, W.E.; BARBOSA, L.J.N. Produção da batata-doce em função de doses de P₂O₅ em dois sistemas de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v 23, p. 768-772. 2005.

PAULETTI, V.; MENARIN, E. Época de aplicação, fontes e doses de potássio na cultura da batata. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 5, n.1-2, p. 15-20, 2004.

PEIXOTO, N., MIRANDA, J.E.C.; FILGUEIRA, F.A.R.; CÂMARA, F.L.A. **Avaliação de clones de batata-doce em Goiás**. Goiânia: EMGOPA-DDT, 1989. 12 p. (EMGOPA, Boletim de Pesquisa, 16).

PERESSIN, V.A; FELTRAN, J.C.. In: AGUIAR, A.T E. et al. (editores). Boletim 200. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Campinas: IAC, 2014. p. 59-61.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: A agricultura em regiões tropicais**. 8. ed. São Paulo: Nobel, 1990. 542 p.

QUADROS, D.A. **Qualidade da batata, *Solanum tuberosum* L., cultivada sob diferentes doses e fontes de potássio e armazenada em temperatura ambiente**. 2007. 112 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

QUEIROGA, R.C.F.; SANTOS, M.A.; MENEZES, M.A.; VIEIRA, C.P.G.; SILVA, M.C. Fisiologia e produção de cultivares de batata-doce em função da época de colheita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 371-374, 2007.

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

RAIJ, B. VAN.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 284p.

RAMOS, R.F. **Comparações produtiva, econômica e energética de sistemas convencional, orgânico e biodinâmico de cultivo de batata-doce (*ipomoea batatas*)**. 2004. 84f. Dissertação (Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Energia na Agricultura). Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu.

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

REIS JÚNIOR, R.A.; FONTES, P.C.R. Morfologia e partição de assimilados na batateira em função de época de amostragem e de doses de potássio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.5, p.795-799, 1999.

REIS JÚNIOR, R.A.; FONTES, P.C.R. Qualidade de tubérculos de batata em função de doses da adubação potássica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.4, n.3, p.170-174, 1996.

RESENDE, G.M. de. Características produtivas de cultivares de batata-doce sob condições irrigadas e de sequeiro na região norte de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17 n. 2, p. 151-154, 1999.

SHABALA, S. Regulation of potassium transport in leaves: from molecular to tissue level. **Annals of Botany**, Oxford, v.92, n.5, p.627-634, 2003.

SHARMA, U.C.; ARORA, B.R. Effect of nutrients on starch, proteins and sugars in potatoes. **Food Chemistry**, Oxford, v.30, n.4, p.13-317, 1988.

SILVA, G.D.S.P. **Concentração de amido e estimativa de rendimento de álcool em batata-doce cultivada em diferentes fontes e doses de potássio**. Guarapuava, 2013. 51 p. Dissertação (Mestrado em Bioenergia). Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava.

SILVA, J.B.C.; LOPES, C.A.; MAGALHÃES, J.S. Cultura da batata-doce. **In: CEREDA MP; Agricultura: Tuberosas amiláceas latino americanas**, São Paulo: Cargill, 2: 449-503. 2002.

SILVA, J.E.L. **Rendimento e teor de amido da batata-doce em função de doses de P₂O₅ e de espaçamentos de plantio**, 2004. 68 f. (Dissertação mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SOKOTO, M.B.; MAGAJI, M. D.; SINGH, A. Growth and yield of irrigated sweet potato (*Ipomoea batatas* (L) Lam) as influenced by intra row spacing and potassium. **Journal of Plant Sciences**, Nigéria, v.2, n. 1, p. 54-60. 2007.

SOUTO, J.S. **Adubação mineral e orgânica do cará da costa (*Dioscorea cayennensis* Lam.)**. 1989. 57 f. (Dissertação mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SOUZA JUNIOR, A. J. L.; PRAÇA, E. F.; GRANGEIRO, L. C.; **Composição centesimal de raízes de cultivares de batata-doce colhidas aos quatro meses**. Anais Congresso Brasileiro de Olericultura, 2005.

STARK, J. C. et al. Tuber quality. In: STARK, J.C.; LOVE, S.L. (Eds.). **Potato Production Systems**. Idaho: Idaho Center for Potato Research & Education, 2003. 420 p. Disponível em: <<http://www.ag.uidaho.edu/potato/production/>>. Acesso em: 22 de Novembro de 2014.

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.; RAIJ, B van. Hortaliças. 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.

WESTERMANN, D.T.; JAMES, D.W.; TINDALL, T.A.; HURST, T.R. L. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: sugars and starch. **American Potato Journal**, Orono, v.71, p.433-454, 1994.

YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. **O potássio na agricultura brasileira**. 3. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2005. 841 p.

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.