



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu



RICARDO TAJRA DE FIGUEIREDO

MANEJO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA CULTURA DA BATATA-DOCE

BOTUCATU-SP

2019

RICARDO TAJRA DE FIGUEIREDO

MANEJO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA CULTURA DA BATATA-DOCE

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

Orientador: Prof. Dr. Adalton Mazetti Fernandes

Coorientador: Prof. Dr. Pablo Forlan Vargas

BOTUCATU-SP

2019

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

F475m	<p>Figueiredo, Ricardo Tajra de, 1984- Manejo da adubação potássica na cultura da batata-doce / Ricardo Tajra de Figueiredo. - Botucatu: [s.n.], 2019 105 p.: fots. color., grafs. color., tabs.</p> <p>Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2019 Orientador: Adalton Mazetti Fernandes Coorientador: Pablo Forlan Vargas Inclui bibliografia</p> <p>1. Batata-doce - Adubação. 2. Batata-doce - Produtividade. 3. Fertilizantes potássicos. I. Fernandes, Adalton Mazetti. II. Vargas, Pablo Forlan. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. IV. Título.</p>
-------	---

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310


"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

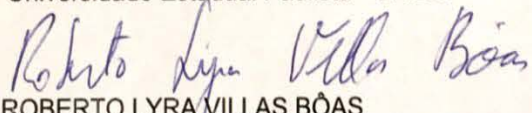
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

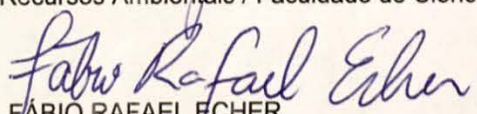
Título: "MANEJO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA CULTURA DA BATATA-DOCE"

AUTOR: RICARDO TAJRA DE FIGUEIREDO
ORIENTADOR: ADALTON MAZETTI FERNANDES
COORIENTADOR: PABLO FORLAN VARGAS

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


Prof. Dr. ADALTON MAZETTI FERNANDES
CERAT / Universidade Estadual Paulista - UNESP


Prof. Dr. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS
Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu


Prof. Dr. FÁBIO RAFAEL ECHER
Agronomia / Universidade do Oeste Paulista

Botucatu, 18 de fevereiro de 2019.

Ao meu pai João Batista e à minha mãe Elizabeth, que sempre acreditaram em mim ofereço.

À minha esposa Katiane, pela paciência, companheirismo e apoio, dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus que me guiou até aqui, também foi à fonte de conforto nas horas mais difíceis.

Aos amigos advogados Anderson Caldas e Alyne Caldas, que asseguraram meu afastamento de Professor de Ensino Médio do Estado do Maranhão para melhor me especializar na área e, assim, poder cursar o mestrado. E ao excelentíssimo desembargador José de Ribamar Castro, que concedeu a decisão favorável a mim.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP, Câmpus de Botucatu, e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Horticultura), pela oportunidade de aprendizagem e incentivo aos discentes.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), pela bolsa de estudo concedida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Adalton Mazetti Fernandes pelos conselhos, ensinamentos, amizade, confiança, dedicação para a realização desse trabalho.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Pablo Forlan Vargas por todo conhecimento compartilhado.

Aos professores da banca de qualificação Dr. Roberto Lyra Villas Bôas e o Dr. Dirceu Maximino Fernandes pelos conselhos e enriquecimentos para a realização dessa dissertação.

Ao produtor Danilo Martins Trindade pela concessão da área, também pelo apoio na realização dos experimentos em Braúna e pelo fornecimento das ramas para a realização dos experimentos em Botucatu.

À minha família: meus pais, João Batista e Elizabeth; meus irmãos Acrísio, Rodrigo, Bruno (gêmeo), João Victor, meu sobrinho Vinícius pelo carinho e atenção mesmo distantes estavam comigo de coração. Agradeço, em especial, ao meu avô Jamil Abib pelo incentivo, desde pequeno, à trabalhar no campo.

À minha esposa Katiane, por sempre acreditar no meu potencial. Por tornar a nossa vida bem mais agradável com palavras certas nas horas exatas. Por saber me amar e respeitar, por todo carinho, sua dedicação e ajuda na realização dos experimentos e avaliações.

A todos os professores com os quais fiz as disciplinas, obrigado pelos ensinamentos obtidos.

A toda equipe da biblioteca pela assistência.

A toda equipe do CERAT, em especial aos funcionários Elder, Luíz, Danilo, a professora Dra. Magali, aos alunos de pós graduação que se tornaram uma grande família, em especial a Jéssica, Emerson, Jason, Jession, Luan, Gyslane, Nathália Ribeiro, Natalia Assunção, Emerson, Rudieli, Nathane, Herbert, Lydia e ao estagiário Eduardo. Agradeço de coração pela ajuda no plantio, coleta de dados, colheita, nas avaliações dos experimentos e pelos momentos de descontração.

Aos amigos da pós-graduação: Ricardo Felito, Fabrício, Raira e Estevão pelo convívio diários, pelas palavras de carinho e apoio na realização dos trabalhos. E a amiga Mary Jane pela ajuda com os dados meteorológicos.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de São Manuel da UNESP pela assistência e colaboração.

À equipe de manutenção dos experimentos em especial ao Dicão e à sua família pela ajuda.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram na realização desse trabalho. Meus sinceros agradecimentos!!!

"A esperança é o sonho do homem acordado."

Aristóteles

RESUMO

Para a maioria das hortaliças que produzem raízes tuberosas, o potássio (K) é o nutriente mineral exigido em maior quantidade. Entretanto, a aplicação de doses elevadas desse nutriente pode prejudicar o desenvolvimento das plantas, devido ao aumento da concentração salina ou mesmo decorrer em grandes perdas por lixiviação, especialmente em solos arenosos. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e a produtividade da batata-doce submetida a doses e formas de parcelamento da adubação potássica em solos com diferentes teores iniciais de potássio (K). Foram conduzidos quatro experimentos em áreas com diferentes disponibilidades iniciais de K no solo (baixa = $0,7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; média = $1,4$ e $1,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e alta = $3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) entre os anos de 2016 e 2018. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, no esquema fatorial $3 \times 4 + 1$. Os tratamentos foram representados por três doses de K_2O (60, 120 e 240 kg ha^{-1}) combinadas com quatro formas de parcelamento (1 = 100% no plantio; 2 = 1/2 no plantio + 1/2 aos 40 dias após o plantio (DAP), 3 = 1/2 no plantio + 1/2 aos 90 DAP; 4 = 1/3 no plantio + 1/3 aos 40 DAP + 1/3 aos 90 DAP), além da testemunha sem K. O crescimento das plantas, em termos de biomassa produzida, aumenta em solos com baixo e médio teor inicial de K até as doses de 145 e 115 kg ha^{-1} de K_2O , respectivamente. Em solos com alto teor inicial de K ($\geq 3,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$), a adubação potássica não contribuiu para o acúmulo de matéria seca da planta, mas reduz o acúmulo de biomassa nas raízes tuberosas. Em solo com baixo teor inicial de K a produtividade comercial aumenta até os 171 kg ha^{-1} de K_2O , e em solos com médio teor inicial de K o aumento da produtividade comercial ocorre até as doses entre 106 e 111 kg ha^{-1} de K_2O . Porém, sob alta disponibilidade inicial de K a produtividade comercial reduz com a adubação potássica até a dose de 60 kg ha^{-1} de K_2O . O parcelamento da adubação com K em três vezes (plantio+40+90DAP) mostrou-se mais eficiente para incrementar a produtividade comercial da batata-doce em todos os solos estudados.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas*, potássio, produtividade.

ABSTRACT

Among the majority of tuberous roots vegetables, potassium (K) is the most required mineral nutrient. However, the application of high rates of this nutrient may harm the plants development, due to the increase in saline concentration or even in large losses by leaching, especially in sandy soils. Thus, the purpose of this work was to evaluate the growth and yield of sweet potato submitted to rates and forms of K split application in soils with different K concentration. Four experiments were carried out in areas with different initial K availability in the soil (low = $0.7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, medium = 1.4 and $1.5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ and high = $3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) between 2016 and 2018. The experimental design was a randomized block design in the $3 \times 4 + 1$ factorial scheme. The treatments were represented by three doses of K_2O (60, 120 and 240 kg ha^{-1}) combined with four forms of plotting (1 = 100% at planting, 2 = 1/2 at planting + 1/2 at 40 days after planting (DAP), 3 = 1/2 at planting + 1/2 at 90 DAP, 4 = 1/3 at planting + 1/3 at 40 DAP + 1/3 at 90 DAP), in addition to the control without K. In terms of biomass produced, the plant growth increases in soils with low and medium initial K concentration up to 145 and 115 kg ha^{-1} of K_2O , respectively. In soils with a high initial concentration of K ($\geq 3.0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$), K fertilization did not contribute to the accumulation of dry matter of the plant, but reduces the biomass accumulation in the tuberous roots. In soil with low initial K concentration, the commercial yield increases up to 171 kg ha^{-1} of K_2O , and in soils with a medium initial K concentration, the increase in commercial yield reaches rates between 106 and 111 kg ha^{-1} of K_2O . However, under high initial availability of K, the commercial yield reduces with the potassium fertilization until the rate of 60 kg ha^{-1} of K_2O . The split application of K (planting + 40 + 90DAP) was shown to be more efficient in increasing the commercial yield of sweet potatoes in all studied soils.

.

Keywords: *Ipomoeae batatas*, potassium, yield

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Precipitação pluviométricas (█), temperatura mínima (—) e temperatura máxima diária (—) em Braúna (a) e em São Manuel (b)..... 36
- Figura 2 - Levantamentos das leiras para plantio. A. Levantamento da leira em Braúna. B. Plantio e espaçamento da batata-doce em Braúna/SP. C. Levantamento de canteiros em São Manuel. D. Plantio e espaçamento da batata-doce em São Manuel/SP. Fonte: Elder Candido Mattos (fotos A e B, 2016)..... 40
- Figura 3 - Desdobramento da interação significativa dose x parcelamento da adubação potássica para o acúmulo de matéria seca nas raízes tuberosas, em solos com médio teor de K na área de São Manuel..... 50
- Figura 4 - Desdobramento da interação significativa dose x parcelamento da adubação potássica para o acúmulo de matéria seca na planta inteira, em solos com médio teor de K na área de São Manuel..... 52
- Figura 5 - Desdobramento da interação significativa dose x parcelamento da adubação potássica para a produtividade de raízes de tamanho entre 80 a 150 gramas em solos com alto teor de K na área de São Manuel..... 62
- Figura 6 - Desdobramento da interação significativa dose x parcelamento da adubação potássica para a produtividade de raízes de tamanho entre 151 a 250 gramas (extra) em solos com alto teor de K na área de São Manuel..... 63
- Figura 7 - Desdobramento da interação significativa entre dose x parcelamento da adubação potássica para a produtividade de raízes de tamanho entre 251 a 500 gramas (extra A) em solos com médio teor de K na área de São Manuel..... 65
- Figura 8 - Desdobramento da interação significativa dose x parcelamento da adubação potássica para a produtividade de raízes de tamanho entre 501 a 800 gramas (graúda) em solos com médio teor de K (a) e em solos com alto teor de K (b) na área de São Manuel..... 67
- Figura 9 - Desdobramento da interação significativa dose x parcelamento da

	adubação potássica para a produtividade total em solos com baixo teor de K na área de Braúna.....	69
Figura 10 -	Desdobramento da interação significativa dose x parcelamento da adubação potássica para a produtividade comercial em solo com baixo teor de K na área de Braúna (a) e em solo com médio teor de K na área de São Manuel (b).....	71
Figura 11 -	Desdobramento da interação significativa entre dose x parcelamento da adubação potássica para a produtividade não comercial em solos com médio teor de K na área de São Manuel.....	74
Figura 12 -	Desdobramento da interação significativa entre dose x parcelamento da adubação potássica para a incidência de raízes tuberosas com defeito em solos com médio teor de K na área de Braúna (a), em solos com médio teor de K na área de São Manuel (b) e em solos com alto teor de K na área de São Manuel (c).....	76
Figura 13 -	Desdobramento da interação significativa entre doses x parcelamento da adubação potássica para o açúcar total presente na raiz tuberosa em solos com baixo teor de K (a), em solos com médio teor de K em Braúna (b), em solos médio teor de K em São Manuel (c), e em solos com alto teor de K (d).....	80
Figura 14 -	Desdobramento da interação significativa entre dose x parcelamento da adubação potássica para o açúcar redutor presente na raiz tuberosa em solos com médio teor de K em Braúna (a), em solos com médio teor de K em Botucatu (b), em solos com alto teor de K em São Manuel (c).....	82
Figura 15 -	Desdobramento da interação significativa entre dose x parcelamento da adubação potássica para a porcentagem de amido nas raízes tuberosas da batata-doce em solos com médio teor de K na área de Braúna (a), em solos com médio teor de K na área de São Manuel (b), em solos com alto teor de K na área de São Manuel (c).....	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Cronograma das atividades dos experimentos.....	37
Tabela 2 -	Médias climáticas e pluviométricas dos municípios de Braúna e São Manuel.....	38
Tabela 3 -	Diagnose foliar de K para a cultura da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.....	44
Tabela 4 -	População final de plantas da cultura da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.....	46
Tabela 5 -	Acúmulo de matéria seca na parte aérea da cultura da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.....	47
Tabela 6 -	Acúmulo de matéria seca nas raízes tuberosas da cultura da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.....	49
Tabela 7 -	Acúmulo de matéria seca na planta inteira da cultura da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.....	51
Tabela 8 -	Índice de colheita das plantas de batatas-doces em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.....	53
Tabela 9 -	Número total de raiz por planta de batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.....	55
Tabela 10 -	Número comercial de raiz por planta de batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.....	57
Tabela 11 -	Peso médio total das raízes de batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.....	58
Tabela 12 -	Peso médio das raízes comerciais de batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.....	60
Tabela 13 -	Produtividade de raízes de tamanho entre 80 e 150 gramas da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.....	61
Tabela 14 -	Produtividade de raízes de tamanho entre 151 a 250 gramas da batata-doce em função das doses e do parcelamento da	

	adubação potássica.....	62
Tabela 15 -	Produtividade de raízes de tamanho entre 251 a 500 gramas da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.....	64
Tabela 16 -	Produtividade de raízes de tamanho entre 501 a 800 gramas da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.....	66
Tabela 17 -	Produtividade total de raízes tuberosas da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.....	67
Tabela 18 -	Produtividade comercial de raízes tuberosas da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.....	70
Tabela 19 -	Produtividade não comercial de raízes das batatas-doces em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.....	72
Tabela 20 -	Incidência de raízes tuberosas de batata-doce com defeitos em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.....	75
Tabela 21 -	Porcentagem de matéria seca nas raízes da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.....	77
Tabela 22 -	Porcentagem de açúcar total nas raízes tuberosas da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica...	79
Tabela 23 -	Porcentagem de açúcar redutor na raiz tuberosa da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica...	81
Tabela 24 -	Porcentagem de amido nas raízes tuberosas da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.....	83
Tabela 25 -	Produtividade relativa de raízes tuberosas (PR) em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.....	86
Tabela 26 -	Eficiência de uso do K aplicado (EU) pelas plantas de batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica...	87

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	21
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
2.1	Batata-doce.....	23
2.2	Potássio.....	26
2.3	Potássio na batata-doce.....	30
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3.1	Localização e características da área experimental.....	35
3.2	Delineamento experimental e tratamentos.....	36
3.3	Instalação e condução do experimento.....	37
3.4	Avaliações.....	40
3.4.1	Diagnose foliar.....	40
3.4.2	População final de plantas.....	41
3.4.3	Quantidade de matéria seca (MS) na parte aérea, raízes tuberosas e na planta inteira e índice de colheita.....	41
3.4.4	Número, peso médio, produtividade e classificação das raízes tuberosas.....	41
3.4.5	Incidência de raízes tuberosas com defeito.....	42
3.4.6	Porcentagem de MS, açúcar total, açúcar redutor e amido nas raízes tuberosas.....	42
3.4.7	Produtividade relativa de raízes tuberosas (PR).....	43
3.4.8	Eficiência de uso do K aplicado (EU).....	43
3.5	Análise estatística.....	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
4.1	Diagnose foliar.....	44
4.2	População final de plantas.....	45
4.3	Quantidade de matéria seca (MS) na parte aérea, raízes tuberosas e na planta inteira e índice de colheita.....	46
4.4	Número, peso médio, produtividade e classificação das raízes tuberosas.....	54
4.5	Incidência de raízes tuberosas com defeito.....	74
4.6	Porcentagem de MS, açúcar total, açúcar redutor e amido nas raízes	

	tuberosas.....	77
4.7	Produtividade relativa de raízes tuberosas (PR).....	86
4.8	Eficiência de uso do K aplicado (EU).....	87
5	CONCLUSÕES	89
	REFERÊNCIAS	90

1 INTRODUÇÃO

A batata-doce, *Ipomoea batatas* (L.) Lam., é considerada a sexta cultura mais importante em todo mundo, ficando atrás do arroz, trigo, batata, milho e mandioca. Porém, nos países em desenvolvimento, ela é considerada a quinta cultura de importância. São produzidos mais de 105 milhões de toneladas de batata-doce no mundo (CIP- Centro Internacional de la Papa, 2017).

Atualmente, a Ásia tem sido destaque com uma produção anual de 90 milhões de toneladas, sendo a China a maior produtora e consumidora, correspondendo no ano de 2014 a 71 milhões de toneladas, devido a uma produtividade média de 30 t ha⁻¹ (WEE, 2017; FAO,2017).

No Brasil, houve um incremento de 45 milhões de toneladas na produção de batata-doce entre os anos de 2013 e 2014, em consequência do aumento da área. No ano de 2014, a área estimada foi de 40 mil hectares em relação ao ano anterior de 38,6 mil hectares, em que não houve aumento de produtividade em comparação com o ano anterior, apresentando em média 13 t ha⁻¹, bem abaixo quando comparada com a produtividade da China (ECHER, et al., 2015; FAO, 2017).

A batata-doce é uma planta rústica bem adaptada aos trópicos. Requer menos insumos e trabalho comparado com outras culturas, como por exemplo o milho. A resposta da batata-doce à adubação depende das condições do solo. Quando cultivada em solos com fertilidade média a alta, geralmente há pouca ou nenhuma resposta à adubação, enquanto, em solos com baixa fertilidade, a cultura apresenta incremento de produtividade com o uso de fertilizante (SANTOS et al., 2006; RÓS et.al., 2014). Porém, em solos com alta disponibilidade de nutrientes, ocorre intenso crescimento da parte aérea, em detrimento da formação de raízes tuberosas, sendo que as cultivares respondem de modo distinto à aplicação de nutrientes. Enquanto algumas apresentam grande desenvolvimento da raiz tuberosa, outras apresentam crescimento vegetativo exuberante (SANTOS et al., 2006).

Para a maioria das hortaliças que produzem raízes tuberosas, o potássio (K) é o nutriente mineral exigido em maior quantidade seguido pelo nitrogênio. O potássio está relacionado com as atividades das enzimas de ativação, a formação de proteínas sintases (síntese de polipeptídios nos ribossomos), funciona como um íon de absorção e transporte e potencializa fotossíntese e respiração (van FLIERT e

BRAUN, 2001; FILGUEIRA, 2008; CORRÊA, 2016; BARKER e PILBEAM, 2007; LEBOT, 2009).

Em solos arenosos com teores iniciais baixos de K ($0,3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) a adubação potássica aumenta linearmente a produtividade da batata-doce, mas com incrementos não tão expressivos (Nascimento,2013), possivelmente porque em solos arenosos com baixa capacidade de retenção de K as perdas de K por lixiviação são mais intensas (WERLE et al. 2008).

A adubação potássica deve ser recomendada de acordo com a análise do solo, pois a aplicação de doses elevadas desse nutriente pode prejudicar o desenvolvimento das plantas, devido ao aumento da concentração salina ou mesmo ocorrer grandes perdas por lixiviação, especialmente em solos arenosos. A aplicação de fertilizantes potássico nestas condições deve ser parcelada para evitar a lixiviação e as perdas por erosão. O cloreto de potássio é a fonte de K mais utilizada na adubação (NASCIMENTO, 2013; LOPES, 1998; COUTINHO et al., 1993).

Assim, levando em consideração que a recomendação mais utilizada pela cultura é a do Boletim 100 (MONTEIRO e PERESIN, 1997), elaborado há 21 anos, e que novas cultivares foram lançadas ao longo dos últimos anos, é necessário um estudo para reformular esses parâmetros até então recomendados. Logo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e a produtividade da batata-doce submetida a doses e formas de parcelamento da adubação potássica em solos com diferentes teores iniciais de potássio.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Batata-doce

A batata-doce, *Ipomoea batatas* (L.) Lam, pertencente à família Convolvulaceae, originou-se no continente Americano, especificamente na América Central (HUNG e SUN, 2000; GINCHUKI et al., 2003), e foi domesticada há pelo menos 5.000 anos na América Tropical, entre a Península de Yucatán no México e o Rio Orinoco na Venezuela (AUSTIN, 1988; YEN, 1982). De acordo com dados moleculares, a maior diversidade da batata-doce está na América Central (HUNG e SUN, 2000; GINCHUKI et al., 2003), enquanto a menor diversidade encontra-se na América do Sul, que também é considerada o centro secundário para a origem dessa cultura (ZHANG et al., 1999, 2000).

A batata-doce possui um sistema radicular ramificado composto por dois tipos de raízes, a raiz absorvente, responsável pela absorção de água e extração de nutrientes do solo, e a tuberosa, que constitui a principal parte de interesse comercial, por acumular grande quantidade de amido (SILVA et al., 2002; SOARES et al., 2002).

Existem três estádios de desenvolvimento da batata-doce. O primeiro conhecido como o estabelecimento que dura quatro semanas, nesse estágio tem como característica principal o rápido crescimento das raízes adventícias e crescimento lento da rama. O segundo é o estágio intermediário também com a duração de quatro semanas ocorre o início da tuberização e um intenso crescimento vegetativo. E o terceiro mais longa das fases que dura nove semanas esse estágio final tem o predomínio do rápido aumento das raízes tuberosas em detrimento do transporte de substâncias das folhas para as raízes tuberosas (van FLIERT e BRAUN, 2001; QUEIROGA et al 2007; ECHER et a., 2015).

A batata-doce é uma planta perene cultivada anualmente, que se desenvolve bem em áreas com temperaturas médias e normalmente é colhida aos 110-150 dias após o plantio. Apesar da tolerância à seca e à preferências aos solos pobres, requer água e nutrientes suficientes para que se tenha um bom rendimento (ECHER et al., 2015; HUAMAN, 1992).

Quando cultivada em solos bem drenados, com textura arenosa a areno-argilosa, há a produção de batatas maiores com raízes bem formadas, enquanto em

solos argilosos, com muita matéria orgânica, podem resultar em produção de raízes irregulares (PRADO e CECÍLIO FILHO, 2016). Além disso, em condições de solo compactado e seco, as raízes jovens começam a desenvolver, porém seu crescimento é interrompido, e as raízes tornam-se muito finas. Quanto ao grau de acidez, a cultura é altamente adaptável, já que produz na faixa de pH de 4,5 até 7,5, sendo a faixa ótima de pH de 5,6 a 6,5 (BOUWKAMP, 1985; MIRANDA et al., 1995; MONTES, 1998; FILGUEIRA, 2008; WORLDCROPS, 2017; SILVA et. al., 2008; PRADO e CECÍLIO FILHO, 2016; PERESSIN et al., 2014).

A resposta da batata-doce à adubação depende das condições do solo. Quando cultivada em solos com fertilidade média a alta, geralmente há pouca ou nenhuma resposta à adubação. Em solos com alta disponibilidade de nutrientes, ocorre intenso crescimento da parte aérea, em detrimento da formação de raízes tuberosas (SANTOS et al., 2006), enquanto em solos com baixa fertilidade, a cultura apresenta incremento de produtividade com o uso de fertilizantes minerais e orgânicos (MONTEIRO et al., 1997; SANTOS et al., 2006; RÓS et al., 2014). No entanto, aplicações de fertilizantes acima do recomendado para cultura podem resultar em crescimento excessivo das folhagens com gastos no crescimento de raízes de armazenamento, lixiviação de nutrientes e uma acumulação indesejável de sais no solo (LEBOT, 2009).

O cultivo sucessivo da batata-doce, na mesma área, deve ser evitado, pois aumenta a população de patógenos e a rotação de culturas tem a função de controlar a ação desses agentes, restaurar a matéria orgânica e o nível de fertilidade do solo, além de reduzir a erosão (LEBOT, 2013).

A batata-doce é a única, dentre as 2.000 espécies pertencentes à família Convolvulaceae, que tem cultivo de expressão econômica (SOUZA e LORENZI, 2012) e abrange uma variedade de cultivares que se diferenciam, especialmente, pela coloração da película externa (branca, amarela, laranja, rosada ou avermelhada e roxa) e pela coloração da polpa (alaranjada, branca, amarela ou creme, roxa). A escolha de qual cultivar depende da preferência de mercado ao qual se destina a produção. As batatas-doces, com polpa alaranjada, são as cultivares mais comuns vendidas em mercados dos Estados Unidos. No entanto, a maioria dos latinos e brasileiros preferem variedades de polpa branca (WORLDCROPS, 2017; SOUZA e RESENDE, 2006).

A cultivar Canadense, originária da América Central, um tipo de batata-doce rosada é muito apreciada no norte e nordeste do Brasil. Em 2015, o Entrepasto Terminal São Paulo recebeu 57.155 toneladas do produto. Piedade, município do interior paulista, respondeu por cerca de 65% desse total (37.249,26 t). Tapiraí, Duartina e Braúna, também de São Paulo, Ibirapuã e Teixeira de Freitas, cidades do extremo sul baiano, completam a lista dos principais abastecedores (CEAGESP, 2017).

No Brasil, a batata-doce pode ser cultivada em qualquer parte do país, sendo que as mais altas produções são obtidas em regiões ou época de plantio que apresentem durante o ciclo vegetativo um período de quatro meses com temperatura média superior a 20°C, enquanto temperaturas mais baixas que 10°C retarda o seu crescimento seriamente com diminuição da produtividade (PERESSIN et al., 2014; LEBOT, 2009). Por isso, em regiões sujeitas à geada, o plantio deve ser realizado em épocas que não coincida com períodos de frio na fase de crescimento. Um regime de 500 a 700 mm de chuva, bem distribuída durante todo ciclo da cultura, é considerado suficiente para o pleno crescimento e desenvolvimento das plantas, resultando em boa produtividade de raízes tuberosas (MIRANDA et al., 1995; LEBOT, 2009; PERESSIN et al., 2014).

A maior utilização da batata-doce é como fonte na alimentação humana, principalmente como fonte de carboidratos, fibras, proteínas e micronutrientes (CIP, 2017). As variedades de cor alaranjada são ricas em provitamina-A e beta carotenoides, quando consumido é convertida em vitamina A (retinol) no intestino e no fígado. Além disso, vem ganhando destaque como substitutas mais rentáveis, quando comparadas com a cana e a mandioca na fabricação do álcool e de outros produtos industrializados. A batata-doce é mais eficiente em quantidade de energia líquida produzida por unidade de área e por unidade de tempo, porque produz grande volume de raízes em um ciclo relativamente curto, a um custo baixo, durante o ano inteiro (BARRERA, 1986; SILVA et. al., 2008; STATHERS et al., 2013; CIP, 2017).

A batata-doce é um alimento adequado para as dietas de diabéticos ou pessoas obesas pelo fato de ela possuir um baixo índice glicêmico (IG), que é cerca de 50 (JOSEPH, 2006). Esse índice indica a rapidez com que certos alimentos liberam carboidratos para o corpo (AFUAPE, 2014). Alimentos com altos IG colaboram com o aumento dos níveis de açúcar no sangue, e os alimentos com

baixos IG liberam a glicose lentamente na corrente sanguínea, tornando dessa forma a batata-doce como fonte de alimento saudável (JOSEPH, 2006; AFUAPE, 2014). Outro benefício da batata-doce é que ela é uma boa fonte de fibras digeríveis (3,9 g/100g), é rica em vitaminas A, C e B6, e também como fonte de ferro e potássio (WOOLFE, 1992). Para os mercados de alimentos funcionais, a batata-doce pode ser considerada uma excelente fonte de compostos naturais promotora de saúde, como o β -caroteno e antocianinas (PADMAJA, 2009).

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 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, proporcionará 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, 1997; OLIVEIRA et al., 2005).

2.2 Potássio

O potássio (K) é um macronutriente do qual a planta absorve na forma de íons K^+ . O K do solo é formado pelo K da solução, K trocável, K não trocável (fixado) e o K estrutural. O suprimento de K às plantas advém da solução e dos sítios de troca dos coloides do solo, que estão em equilíbrio com o K não trocável e com o K estrutural dos minerais (SPARKS e HUANG, 1985). O teor trocável é a principal fonte de reposição do K para a solução (RAIJ, 1991), o qual, por sua vez, pode ser absorvido pelas plantas, adsorvido às cargas negativas do solo ou perdido por lixiviação.

Existe certo equilíbrio entre essas formas de potássio no solo. As plantas absorvem K da solução, o qual é tamponado pelas formas trocáveis, que são repostas pelas formas não trocáveis e estruturais. As formas não trocáveis e estruturais de K são usualmente consideradas reservas de médio e longo prazo às plantas. Sob o ponto de vista da nutrição de planta, o equilíbrio mais importante se dá entre o K trocável e o K da solução (cujo somatório, para fins práticos, é considerado K “disponível”), que são as fontes imediatas de K às plantas (CURI et al., 2005; FAQUIN, 2005; FERNANDES, 2006).

Todavia, verifica-se em diversas situações, que a quantidade de K extraída pelas plantas, com frequência, é superior às formas trocáveis, assim, as formas de K não trocáveis contribuem significativamente para o total de K absorvido pelos vegetais. Muitos casos de não resposta das plantas à adubação potássica devem-se à expressiva contribuição de formas não trocáveis de K no suprimento às plantas, o que está relacionado à presença de minerais primários e/ou secundários como fontes de potássio no solo (FAQUIN, 2005; FERNANDES, 2006; PEREIRA, 2009; FIRMANO, 2017).

O K é o terceiro elemento, após nitrogênio e fósforo, com maior probabilidade de limitar o crescimento das plantas (TROEH e THOMPSON, 2007). A disponibilidade de K, assim como a capacidade de suprimento deste nutriente pelo solo, depende da presença de minerais primários e secundários, da aplicação de fertilizantes, da capacidade de troca de cátion (CTC) do solo e da ciclagem do nutriente pelas plantas (WERLE et al., 2008; FIRMANO, 2017).

O K no solo é originado do intemperismo de minerais primários, como as micas e feldspato, e secundários, como as ilitas e vermiculitas. Em culturas de ciclo curto, dificilmente esse K estará disponível, uma vez que esse processo de intemperização é mais lento (ERNANI et al., 2007).

Outra forma da disponibilidade do K é seu uso 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; LOPES, 1998; MALAVOLTA, 2006). Destes, o KCl, principal fertilizante utilizado no Brasil (MALAVOLTA, 2006), tem o maior índice salino, que traz como consequência o maior aumento da pressão osmótica da solução do solo (ALCARDE et al., 1998; MALAVOLTA, 2006). Doses altas desse adubo aumenta a salinidade na região da rizosfera (ECHER, 2009b) e

afeta o crescimento das plantas por toxicidade por cloro, pois o KCl possui 47% de cloro, o qual também é o nutriente das plantas.

A CTC é outro fator importante na disponibilidade de K e no suprimento deste pelo solo. A CTC dos solos é o principal componente que determina a maior ou menor relação K trocável/K na solução, isto é, para uma mesma quantidade de K total, haverá menos K na solução em solos com alta CTC, o que refletirá em menores perdas de K por lixiviação, menor retirada desnecessária de K pelas plantas e maior capacidade de armazenamento de K no solo (MIELNICZUK, 1982).

A CTC pode variar de acordo com o teor de matéria orgânica, do tipo e da quantidade de argila e do pH do solo (WERLE et al., 2008; RAIJ, 1981). Em solos intemperizados e com baixos teores de matéria orgânica, os valores da CTC são baixos (LOPES, 1998). Os solos argilosos, com alta CTC, podem reter grandes quantidades de cátion, em relação à sua perda por lixiviação (LOPES, 1998). No entanto, a elevação dos teores de K também favorece a lixiviação, mesmo em solos mais argilosos e com alta CTC (WERLE et al., 2008). Os solos arenosos, com baixa CTC, retêm somente pequenas quantidades de cátion (LOPES, 1998). Com relação ao pH, a adição de potássio em solos com pH baixos aumenta a lixiviação de K mesmo em solos argilosos, normalmente considerados pouco propícios para essa ocorrência (WERLE et al., 2008; QUAGGIO, 2000)

No que diz respeito à ciclagem de nutrientes, a planta obtém o K a partir do processo de degradação dos resíduos vegetais e isto depende da localização e da forma que este nutriente se encontra no tecido (GIACOMINI et al., 2003). No entanto, de acordo com Marschner (1995), o K possui uma liberação muito rápida, pois é um elemento que não está associado a nenhum componente estrutural do tecido vegetal.

Outro aspecto que merece destaque na interpretação da disponibilidade de K nos solos é a relação deste com os demais cátions trocáveis, principalmente o cálcio (Ca) e magnésio (Mg), já que a relação $K/Ca + Mg$ afeta os teores do K na solução do solo, pois quanto maiores forem os teores de Ca e Mg no solo, menor é a disponibilidade de K (RAIJ, 1982).

As plantas absorvem o íon K da solução do solo, e para que a absorção efetivamente ocorra, é necessário que o nutriente entre em íntimo contato com a superfície da raiz. A difusão e o fluxo de massa são os principais mecanismos de transporte do K^+ da solução do solo até a superfície radicular. O transporte por fluxo

de massa depende da quantidade de água transpirada pela planta e do teor de K na solução do solo. Quando se tem solos com altos teores de K^+ , o fluxo de massa tem maior importância na absorção de K. A difusão que é o principal mecanismo de transporte do K para as raízes, ocorre em resposta a um gradiente resultante das diferenças de concentrações do K entre a superfície da raiz e a rizosfera (MALAVOLTA, 2005; LOPES, 1998; FERNANDES, 2006).

Em condições de estresse, seca e excesso de umidade, o movimento por difusão diminui, enquanto a presença de altos níveis de K no solo o acelera (LOPES, 1998). Já na interface solo-planta, apesar do K ser absorvido em grande quantidade pela planta, o que chega à superfície radicular não é suficiente para atender as necessidades vegetais (RUIZ et al., 1999; ROSOLEM, 2005; FERNANDES, 2006). Assim, há um esgotamento de K na rizosfera (ROSOLEM, 2005).

Entre os fatores que afetam a absorção de potássio, está a morfologia do sistema radicular que influencia o transporte de K da 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 K. Há outros fatores que interferem na absorção de K, inerentes à planta, tais como: idade da raiz, idade da planta, fatores de natureza química e física como as interações ou antagonismos entre íons e teor de O_2 na rizosfera. As plantas mais jovens são mais eficientes na absorção de nutrientes que as plantas mais velhas (FERNANDES, 2006).

Na planta, o K é um elemento muito móvel. Tem alta mobilidade intracelular nos tecidos, translocando dos mais velhos para os mais novos, e no transporte a longa distância via xilema e floema. O K move-se no floema da folha para outros órgãos com alta demanda de assimilados, como nas regiões de crescimento ou de armazenamento (colmos da cana-de-açúcar, tubérculos, raízes de mandioca) fazendo-o junto com produtos da fotossíntese. O K não é o constituinte de nenhuma molécula orgânica no vegetal, entretanto contribui em várias atividades bioquímicas, sendo um ativador de grande número de enzimas, regulador da pressão osmótica (entrada e saída de água da célula), abertura e fechamento dos estômatos. O potássio é importante na fotossíntese, na formação de frutos, resistência ao frio e às doenças (MARTIN, 1989; MALAVOLTA, 2004; FAQUIN, 2005; TAIZ e ZEIGER, 2004; FERNANDES, 2006; RAVEN et al., 2007).

A necessidade de K para ótimo crescimento das plantas situa-se nas faixas de 20-50 g kg⁻¹ de massa secas da planta, frutas e tubérculos. Entretanto, quando a disponibilidade de K no solo é muito alta as plantas aumentam a absorção de K numa proporção maior que o aumento na produção de matéria seca, apresentando, portanto, "consumo de luxo" de potássio (MEURER, 2006; ROSOLEM et al., 1979).

A adubação procura cobrir a diferença entre a quantidade de K que a cultura necessita e a que o solo é capaz de fornecer, diferença multiplicada por um fator maior que 1,0 destinado a cobrir as perdas devidas à lixiviação, fixação e erosão (MALAVOLTA, 2006).

Diversos resultados de pesquisas mostram que para a interpretação das análises de solo para fins de recomendação de adubação potássica, a inclusão de fatores como teor de argila, CTC ou argilo-mineral predominante como exceção da recomendação para adubação corretiva de K para as culturas anuais em solos do Cerrado e da recomendação potássica para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (NACHTIGALL e RAIJ, 2005).

No Estado de São Paulo, o teor de K no solo é um índice considerado melhor para avaliar a disponibilidade do nutriente do que a relação com outros cátions ou porcentagem da CTC, em que os teores entre 1,6 e 3,0 mmol_cdm⁻³ são considerados adequados (RAIJ et al., 1996).

A aplicação de doses de K₂O maior que 60 kg ha⁻¹ deve ser evitado em solos com baixa CTC, pois pode ocasionar alta concentração salina (VILELA et al. 2004; MALAVOLTA, 2006)

Dessa maneira, recomenda-se realizar a aplicação desse nutriente conforme as plantas se desenvolvem, e doses maiores se aconselha o parcelamento, visando reduzir as perdas no sistema solo-planta e aumentar a eficiência de utilização desse nutriente (LOPES, 1998; MALAVOLTA, 2006).

2.3 Potássio na batata-doce

O K, seguido pelo nitrogênio, é o nutriente mineral exigido em maior quantidade para a maioria das hortaliças que produzem raízes tuberosas (FILGUEIRA, 2008). Uma vez que, ele atua nas atividades das enzimas de ativação, na formação de proteínas sintases, funciona como um íon de absorção e transporte, potencializa a fotossíntese e respiração (BARKER, 2007; LEBOT, 2009), influencia

no crescimento das plantas, no processo relacionados à eficiência do uso da água e no processo de abertura e fechamento dos estômatos (TAIZ e ZEIGER, 2013; LOPES 1998).

O K também parece desempenhar um papel crítico na síntese de amido das raízes tuberosa da batata-doce. A relação entre K_2O/N é crítica para o aumento do teor de água, taxa de respiração e crescimento da raiz de armazenamento, levando a translocação rápida de fotoassimilados das folhas para as raízes. Uma maior proporção entre K_2O/N nas raízes de armazenamento induz muito ao aumento do teor de água e isso, em última análise, eleva a taxa respiratória. Um alto teor de potássio e a relação K_2O/N nas raízes de armazenamento devem ser associadas ao aumento da produção de proteínas, resultando em maior crescimento de raízes de armazenamento (KAYS et al., 1982).

O efeito da aplicação excessiva de potássio, na qualidade das raízes produzidas na cultura da batata-doce, favorece o acúmulo dos teores de açúcares redutores e diminui o acúmulo de amido (CORRÊA, 2016; REIS JÚNIOR e FONTES, 1996), uma vez que com o aumento a absorção e o acúmulo de K nas plantas reduzem o potencial osmótico e, conseqüentemente, aumenta a absorção de água, causando a diluição dos teores de amido em órgãos armazenadores (REIS JÚNIOR e FONTES, 1996).

O excesso de K também pode ser prejudicial, pois dificulta na absorção de cálcio e magnésio (MALAVOLTA et al., 1997; FONTES, 1999), o que pode causar desordem fisiológica, necrose das bordas das folhas, diminuição nos teores de clorofila e das atividades enzimáticas. O aumento na disponibilidade de K tende a causar aumento no conteúdo de caroteno das raízes tuberosas. Além disso, doses acima do necessário para satisfazer o crescimento e desenvolvimento das plantas, podem contribuir na redução da produção, diminuir a massa seca e firmeza em produtos processados como o amido nos tubérculos, além de aumentar os custos e causar danos ambientais (REIS JÚNIOR e MONNERAT, 2001; REIS JÚNIOR, 1996; FAQUIN, 2005).

O fornecimento de doses excessivas de K para a batata-doce pode provocar elevação da salinidade do solo próximo à zona das raízes da planta (NASCIMENTO, 2013), isso compromete o crescimento e distribuição das raízes, assim como a absorção de água e nutrientes, porque diminui o potencial osmótico próximo à

rizosfera, dificultando o caminhamento dos íons até as raízes (MARSCHNER, 1997) e pode intensificar a perda de K por lixiviação (ROSOLEM et al., 2010),

Por outro lado, a ausência de K, por exemplo, faz com que os estômatos se abram apenas parcialmente e se fechem mais lentamente e, conseqüentemente, aumenta o estresse causado pela seca (LOPES, 1998; MALAVOLTA, 2006). Além disso, na batata-doce, provoca o amarelecimento, bronzeamento e necrose nas bordas entre as nervuras de folhas velhas, diminuição da pigmentação roxa, e redução da espessura da raiz em plantas (ECHER et al., 2015). A deficiência de K tem um efeito maior que as deficiências de fósforo e nitrogênio na produção das raízes e não interfere no crescimento das folhas (LEBOT, 2009).

A recomendação de adubação potássica mais utilizada para a cultura é a do Boletim 100 para o Estado de São Paulo, que indica aplicação das doses de 120, 90 e 60 kg de K_2O para solos com baixo, médio e alto teor de K, respectivamente (MONTEIRO e PERESIN, 1997). Esses teores iniciais de K são classificados como: baixo ($\leq 0,7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^3$ de K), médio (0,8-1,5 $\text{mmol}_c \text{ dm}^3$ de K) e alto ($> 1,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^3$ de K) (LORENZI et al., 1997). No entanto, ao longo desses últimos anos surgiram novas cultivares de batata-doce que exigem maiores doses de adubação de K para uma maior produtividade como encontrados por George et al. (2002) que houve a melhor resposta para a produtividade com a dose de 144 kg ha^{-1} de K_2O , utilizando como fonte o sulfato de potássio.

Outra forma de melhorar a recomendação da adubação da batata-doce seria a avaliação da diagnose foliar. Essa técnica consiste na avaliação do estado nutricional de uma planta tomando uma amostra de um tecido vegetal (geralmente a folha) e comparando-a com um padrão pré-estabelecido (Prado, 2008). Em batata-doce existem dois padrões que indicam a retirada das folhas aos 60 dias após o plantio (DAP), em um recomenda-se a retirada das folhas mais recente totalmente desenvolvida (LORENZI et al., 1997), enquanto no outro, se preconiza a retirada da sétima até a nona lâmina foliar a partir da ponta das ramas (O'SULLIVAN et al., 1997).

A dinâmica de extração de K pela batata-doce foi observada por diversos autores, como Miranda et al. (1995), O'Sullivan et al. (1997), Echer et al. (2009b), Lebot (2009) e Corrêa (2016). Apenas Echer et al. (2009b) observaram que o K é o segundo elemento mais extraído (cerca de $225,6 \text{ kg ha}^{-1}$) em marcha de absorção dos nutrientes pela planta inteira de batata-doce na colheita. Os demais autores

supracitados consideraram o K o elemento mais extraído. A colheita de 20 t ha⁻¹ de batata-doce remove aproximadamente 100 kg ha⁻¹ de K e essa remoção é maior se forem retiradas as folhas, as ramas e as raízes do campo (LEBOT, 2009). A maioria das pesquisas concorda que o K e o N são os nutrientes absorvidos e exportados em maiores quantidades pela batata-doce, seguido do Ca, em termos de absorção e do P, em termos de exportação (RÓS et al., 2015).

A interação mais comum relacionada com adubação de K é a que acontece com N, pois são associações do tipo não competitivas. Essa relação tem que ser balanceada, uma vez que a deficiência de um pode levar decréscimos na resposta do outro (CANTARELLA, 2007). A batata-doce tem uma necessidade relativamente alta de K em comparação ao N (proporção 3:1), pois nesta proporção melhora o desenvolvimento das raízes (van FLIERT e BRAUN, 2001). Ainda, a interação entre a adubação de N e de K em solos com textura média com teor inicial de 0,8 mmol_c dm³ de K em batata-doce aumenta a produtividade, sendo que os maiores incrementos são alcançados com adubação de cobertura combinada com 100 kg de N ha⁻¹ mais 120 kg de K (FOLONI et al., 2013).

No que diz respeito ao parcelamento da adubação potássica, as doses de 194 e 174 kg ha⁻¹ de K proporcionaram as máximas produções totais e comerciais, respectivamente, de raízes da batata-doce cultivada em solos de textura franco-arenosa com teor inicial de 0,96 mmol_c dm³ de K, porém a dose mais econômica é de 163 kg ha⁻¹ de K₂O quando parcelado aos 30 e 60 dias após o plantio (BRITO et al, 2006).

Ao cultivar a batata-doce em solo arenoso Corrêa (2016), com teor inicial de 2,1 mmol_c dm⁻³ de K, obteve uma interação positiva entre a dose de 120 kg ha⁻¹ de K₂O e o parcelamento de 50% da dose no plantio combinada com 50% em cobertura, com médias de produtividade comerciais entre 23,8 e 44,2 t ha⁻¹. Além disso, a adubação potássica aplicada de maneira parcelada influenciou nos teores de sólidos solúveis das raízes tuberosas, provavelmente porque o potássio translocou mais carboidratos para as raízes quando ele foi aplicado no início do ciclo da cultura (CORRÊA et al, 2014).

Essa resposta da adubação para o parcelamento está relacionada com o maior aproveitamento do K pela planta, visto que, entre os 40 aos 80 dias, ocorre um intenso crescimento das ramas e o início do desenvolvimento das raízes tuberosas (ECHER et al., 2015). Ao aplicar o K a segunda metade do crescimento do ciclo da

cultura, promove melhoria no desenvolvimento de uma epiderme firme, com isso a planta consegue resistir ao ataque de pragas e doenças (ABIDIN et al., 2017; DKHIL et al., 2011)

Os efeitos da adubação potássica sobre a batata-doce são especialmente evidenciados em solos arenosos e de baixa fertilidade (RAIJ, 1991). Em solos com essa característica, a necessidade de corrigir o K é maior do que a própria necessidade de K da cultura. No entanto, em solos com teor elevado de K disponível, a aplicação desse fertilizante possibilita apenas um pequeno incremento da produção (MENGEL, 1982). Em solos arenosos do Litoral e Agreste Paraibano, Soares et al. (2002) relatam efeitos significativos do emprego do potássio sobre o aumento de produção na batata-doce.

Uma prática de manejo importante que o agricultor deve ficar atento é a colheita. Pois, se o produtor mantiver a cultura após o momento ideal da colheita (até que atinjam o peso adequado para cada classe de comercialização) haverá acúmulo desnecessário, principalmente de N e K e, em solos pobres, isso pode contribuir para a redução da fertilidade do solo, o que contribuirá para a elevação dos custos de produção na próxima safra (ECHER et al., 2015).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e características da área experimental

Foram conduzidos quatro experimentos, sendo dois implantados em uma lavoura comercial de produção de batata-doce no município de Braúna-SP (21°32' S; 50° 13' W e 391m de altitude) e outros dois no município de São Manuel na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agronômicas (22°77' S; 48° 34' W e 740 m de altitude) pertencente à Universidade Estadual Paulista. Em ambos os locais (Braúna-SP e São Manuel-SP) os solos são classificados como Neossolos Quartzarênicos de textura arenosa (SANTOS et al., 2006).

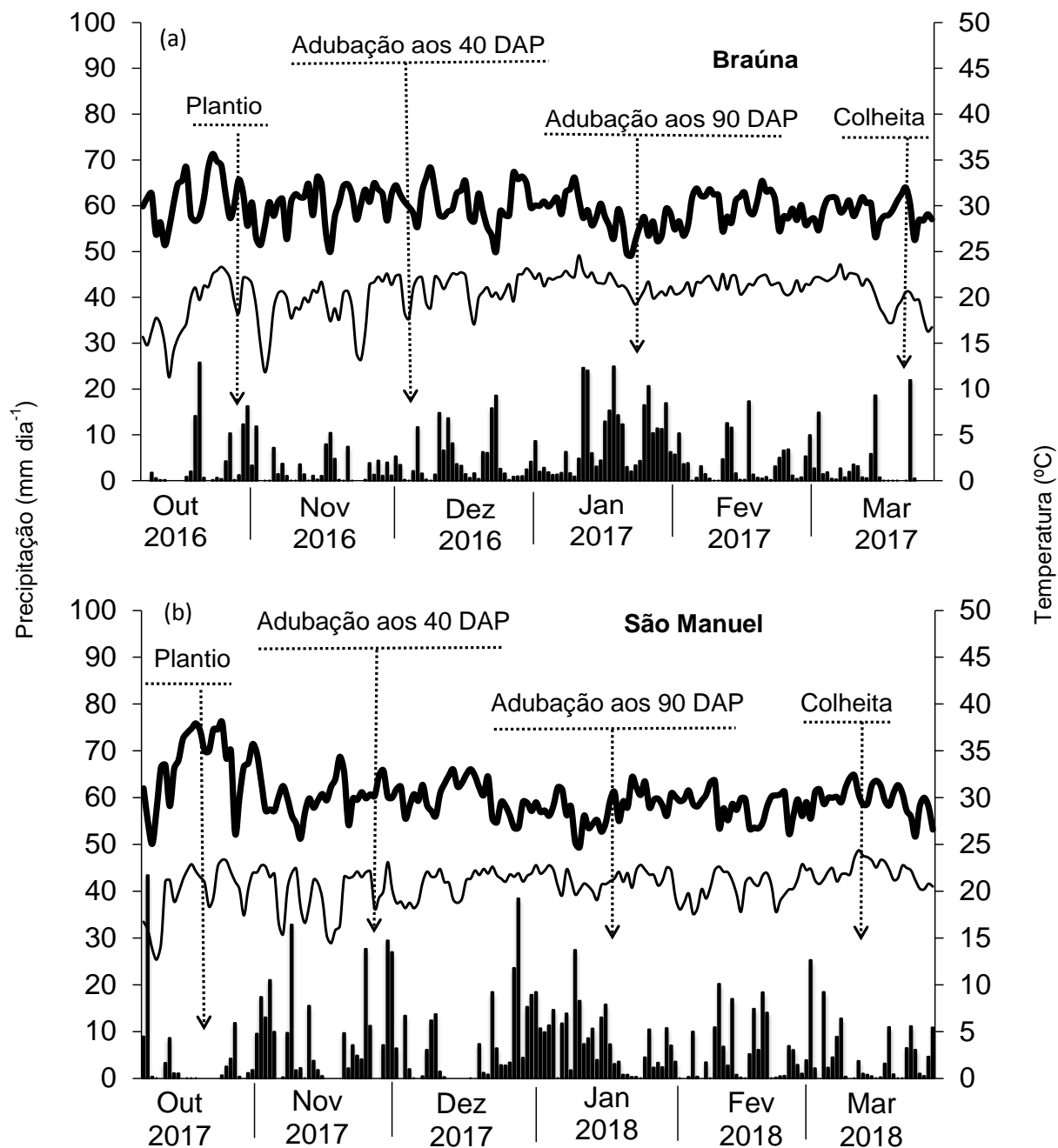
Antes da instalação dos experimentos foram coletadas amostras de solo da área experimental na profundidade de 0-20 cm para determinação das características químicas de acordo com metodologia descrita por Raij et al. (2001).

O clima de Braúna é classificado como Aw (segundo a classificação de Köppen), clima tropical com estação seca, e em São Manuel é classificado como Cfa (segundo a classificação de Köppen), clima temperado quente (mesotérmico) úmido, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C.

Não foi realizada nenhuma irrigação durante a condução dos experimentos. Os valores das temperaturas mínima e máxima do ar e da precipitação pluvial observados durante o período de condução dos experimentos são apresentados na Figura 1.

A precipitação total durante a realização dos experimentos em Braúna foi de 716 mm e em São Manuel de 972 mm, consideradas adequadas para o desenvolvimento da cultura (Figura 1).

Figura 1 – Precipitação pluviométrica (■), temperatura mínima (—) e temperatura máxima diária (—) em Braúna (a) e em São Manuel (b).



^aFonte: NASA/POWER (<https://power.larc.nasa.gov>)

^bFonte: Estação Meteorológica, Fazenda Experimental de São Manuel.

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

Em todos os experimentos o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados no esquema fatorial 3x4+1, com quatro repetições. Os

tratamentos foram representados por 03 doses de K_2O (60, 120 e 240 kg ha⁻¹) combinadas com 04 formas de parcelamento (**1** = 100% no plantio; **2** = 1/2 no plantio + 1/2 aos 40 dias após o plantio(DAP), **3** =1/2 no plantio + 1/2 aos 90 DAP; **4** = 1/3 no plantio + 1/3 aos 40 DAP + 1/3 aos 90 DAP), além da testemunha sem K. As parcelas foram compostas por quatro fileiras de plantas de cinco metros de comprimento. A área útil de cada parcela foi representada pelas duas linhas centrais, excluindo-se 0,5 m em cada extremidade da parcela.

3.3 Instalação e condução do experimento

O preparo do solo para a implantação dos experimentos foi realizado de forma convencional com as operações de gradagem, aração (arado aiveca) e calagem, cujas datas e sequencia das operações estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Cronograma das atividades dos experimentos.

Atividades	BRAUNA				SÃO MANUEL			
	Data	Baixo K	Data	Médio K	Data	Médio K	Data	Alto K
Calcário (t/ha)	02/08/16	1,42	02/08/16	0,80	26/09/17	0,87	26/09/17	0,43
Esterco de galinha (t/ha)	03/08/16	2,13	03/08/16	2,35		-		-
Grade Rome	05/08/16	Ok	04/08/16	Ok	15/09/17	Ok	15/09/17	Ok
Gesso (t/ha)	05/08/16	0,58	05/08/16	0,58		-		-
Grade Rome	30/08/16	Ok	30/08/16	Ok	29/09/17	Ok	29/09/17	Ok
Adubação de plantio	22/10/16	N-P-K	22/10/16	N-P-K	10/10/17	N-P-K	10/10/17	N-P-K
Plantio	22/10/16		22/10/16		13/10/17		13/10/17	
Adubação de cobertura (N e K - 40 DAP)	01/12/16	N e K	01/12/16	N e K	23/11/17	N e K	23/11/17	N e K
Coleta de folha aos 60 DAP	21/12/16		21/12/16		13/12/17		13/12/17	
Adubação de potássio aos 90 DAP	20/01/17	K	20/01/17	K	15/01/18	K	15/01/18	K
Colheita	23/03/17		23/03/17		13/03/18		13/03/18	

DAP: Dias após o plantio

Em Braúna, foram instalados dois experimentos, o experimento em área com baixo teor de K e o experimento em área com médio teor de K (Tabela 1). Da mesma forma, em São Manuel, também foram instalados dois experimentos, sendo um experimento em área com médio teor de K e o outro experimento em área com alto teor de K (Tabela 2). Vale ressaltar que antes das implantações dos experimentos havia em Braúna plantio da cana-de-açúcar, e em São Manuel o experimento com alto teor de K havia sido cultivado milho, enquanto no experimento com médio teor de K a área estava em pousio.

Tabela 2 - Características químicas e granulométricas das áreas dos experimentos nas profundidades 0 a 0,2 m, após a correção de solo.

Característica	Braúna 2017		São Manuel 2018	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
pH (CaCl ₂)	5,0	5,3	5,3	4,9
M.O (g dm ⁻³)	13	9	14	11
P resina (mg dm ⁻³)	18	25	9	12
SO ₄ (mg dm ⁻³)	16	11	2	2
K (mmol _c dm ⁻³)	0,7	1,4	1,5	3,0
Ca (mmol _c dm ⁻³)	13	16	9	8
Mg (mmol _c dm ⁻³)	3	6	6	5
H + AL (mmol _c dm ⁻³)	17	15	15	13
CTC (mmol _c dm ⁻³)	33	38	31	29
SB (mmol _c dm ⁻³)	17	23	16	16
V%	50	61	51	55
B (mg dm ⁻³)	0,33	0,36	0,24	0,24
Cu (mg dm ⁻³)	0,4	0,5	0,5	0,5
Fe (mg dm ⁻³)	35	51	13	14
Mn (mg dm ⁻³)	4,8	6,3	9,3	7
Zn (mg dm ⁻³)	1,0	1,1	1,1	0,9
Areia (g/kg)	803	756	811	803
Argila (g/kg)	138	144	131	125
Silte (g/kg)	59	100	58	73

Nos experimentos de Braúna e São Manuel, a área recebeu calagem para elevar a saturação por bases a 60% (Tabela 2). Nos experimentos em Braúna também foi realizado a gessagem e a aplicação de esterco de frango. A concentração média de potássio presente no esterco de frango é de aproximadamente a 2% (KIEHL, 2010), dessa forma, nos experimentos de Braúna a quantidade de K adicionada com as toneladas de esterco foi equivalente a 50 kg ha⁻¹ de K₂O. No sentido de criar um ambiente com alta disponibilidade de K, em um dos solos de São Manuel foi aplicado 336 kg ha⁻¹ de KCl e incorporado aos solo após a calagem. Após o preparo do solo, foram levantadas leiras com cerca de 30 cm de

altura nas áreas dos experimentos de Braúna e canteiros nas áreas dos experimentos de São Manuel. Nos experimentos de Braúna, o espaçamento entre leiras foi de 1,45 m e nos experimentos de São Manuel o espaçamento entre fileiras de plantas foi de 1,00 m (Figura 2). O levantamento das leiras foi realizado de forma mecanizada (Figura 2), utilizando-se equipamento acoplado ao trator que levantou as leiras e realizou a adubação de base com P e N em Braúna, enquanto em São Manuel essa adubação foi realizada manualmente em sulcos abertos no topo dos canteiros, os quais foram fechados posteriormente para o plantio das ramas. Em todos os experimentos a adubação de base foi realizada com 124 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 17 kg ha^{-1} de N, tendo-se como fontes os fertilizantes superfosfato triplo e ureia, respectivamente. O K também foi aplicado na adubação de base de acordo com os tratamentos e junto com a adubação nitrogenada e fosfatada. Em Braúna, como a adubação nitrogenada e fosfatada de plantio foi realizada com o equipamento de levantamento das leiras, para se aplicar o K no momento do plantio abriu-se sulcos no topo das leiras já construídas e após a aplicação os mesmos foram fechados para haver o plantio das ramas. Como fonte de K, foi utilizado o fertilizante cloreto de potássio.

Nos experimentos de Braúna, o plantio da batata-doce, cultivar Canadense, foi realizado em 22/10/2016 e em São Manuel em 13/10/2017. O espaçamento entre plantas na linha de plantio foi de 0,30 m em Braúna e 0,36 m em São Manuel (Figura 2). Foi utilizada a cultivar Canadense, devido ao fato desta ser amplamente distribuída no Estado de São Paulo. No plantio, utilizaram ramas-semente de aproximadamente 30-40 cm retiradas de plantio jovem a partir do ápice. As ramas foram plantadas enterrando em torno de 10-12 cm de profundidade no topo das leiras/canteiros construídos (Figura 2).

A adubação nitrogenada de cobertura em todos os experimentos foi realizada com 30 kg ha^{-1} de N, na forma de sulfato de amônio aos 40 DAP, junto com a primeira aplicação de K em cobertura. O K foi aplicado em cobertura na forma de cloreto de potássio aos 40 e 90 DAP de acordo com os tratamentos. Nas adubações de cobertura os fertilizantes foram aplicados no topo das leiras/canteiros em filete contínuo, cerca de 8-10 cm distante da base das plantas.

Durante a condução dos experimentos foram realizadas todas as práticas culturais recomendadas para a cultura (capina, amontoa e outras) sempre que necessário.

Nos experimentos de Braúna, a colheita da batata-doce foi realizada em 23/03/2017 (152 dias após o plantio-DAP) e em São Manuel a colheita ocorreu em 13/03/2018 (151 DAP). Esta fase compreende o período em que, normalmente, a cultivar Canadense apresenta maior proporção de raízes tuberosas com tamanho ideal para comercialização.

Figura 2 – Levantamentos das leiras para plantio. A. Levantamento da leira em Braúna. B. Plantio e espaçamento da batata-doce em Braúna/SP. C. Levantamento de canteiros em São Manuel. D. Plantio e espaçamento da batata-doce em São Manuel/SP. **Fonte:** Elder Candido Mattos (fotos A e B, 2016).



3.4 Avaliações

3.4.1 Diagnose foliar

A avaliação do estado nutricional de K da batata-doce foi realizada pela metodologia proposta por Lorenzi et al. (1997), que consistiu da coleta de folha

totalmente expandida do ápice das ramas aos 60 DAP. Após a coleta, as folhas e lâminas foliares foram secas em estufa a 65 °C por 72 horas e moídas para determinação dos teores de K de acordo com metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

3.4.2. População final de plantas

A população final de plantas foi obtida mediante a contagem do número de plantas presentes em 3,0 m das duas fileiras centrais de cada parcela. Em seguida, os valores obtidos foram convertidos para plantas por hectare.

3.4.3 Quantidade de matéria seca (MS) acumulada na parte aérea, raízes tuberosas e na planta inteira e índice de colheita

Na data da colheita, foi coletada na área útil de cada parcela, a parte aérea das plantas contidas em duas linhas de 1,5 m (\pm 10 plantas). Em seguida, foi pesada (peso fresco) e uma subamostra foi retirada, lavada, pesada e submetida à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por 96 h. As raízes foram colhidas, lavadas, pesadas e uma subamostra foi coletada e submetida à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por 96 h. Após secas, tanto as amostras de parte aérea como de raízes foram pesadas para a obtenção da quantidade de MS acumulada. Com os dados de acúmulo de MS em cada parte das plantas e a população de plantas foi calculado o acúmulo de MS na parte aérea e nas raízes tuberosas. A MS da planta inteira foi obtida mediante a soma das quantidades de MS acumuladas na parte aérea e nas raízes tuberosas.

O índice de colheita foi calculado pela divisão das quantidades de MS acumuladas nas raízes pelas quantidades de MS acumuladas na planta inteira. Este índice é considerado parâmetro importante por indicar a eficiência da partição de matéria seca nos tubérculos (RAVI e INDIRA, 1999).

3.4.4 Número, peso médio, produtividade e classificação das raízes tuberosas

As raízes tuberosas colhidas no item anterior foram escovadas, contadas e classificadas, para se obter os dados de produtividade. As raízes tuberosas lisas de

formato alongado e uniforme foram classificadas de acordo com Miranda et al. (1995), nas seguintes classes de tamanho > 800 g (Diversos), 800 a 501 g (Graúda), 500 a 251 g (Extra A), 250 a 151 g (Extra) e 150 a 80 g (Diversos). As raízes tuberosas deformadas (tortas) e com tamanho maior que 800 g ou menor que 80 g foram contabilizadas como raízes não comercializáveis.

Após classificadas, as raízes tuberosas foram pesadas para determinação da produtividade por classes. A produtividade comercial foi obtida a partir do somatório das classes de raízes tuberosas lisas de formato alongado e uniforme e com peso entre 80 e 800 g. A produtividade total foi obtida a partir do somatório da produtividade comercial (80 a 800 g) e não comercial (deformadas; menor que 80 g e maior que 800 g).

3.4.5 Incidência de raízes tuberosas com defeito

Esta avaliação foi realizada a partir da contagem do número de raízes tuberosas com incidência de rachaduras salientes, deformações e esverdeamento (MIRANDA et al., 1995). A incidência de defeitos foi obtida pela relação entre o número de raízes tuberosas defeituosas e o número total de raízes tuberosas, sendo os valores expressos em porcentagem (%).

3.4.6 Porcentagem de MS, açúcar total, açúcar redutor e amido nas raízes tuberosas

Amostras das raízes tuberosas colhidas foram coletadas, fatiadas e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por 96 h. Em seguida, as amostras foram pesadas para a obtenção da MS. A porcentagem de MS foi obtida mediante a relação entre o peso fresco e o peso seco das raízes tuberosas.

Os teores de açúcares totais, açúcares redutores e amido nas raízes tuberosas da batata-doce foram determinados na MS, segundo a metodologia descrita por Somogyi e adaptada por Nelson (1994), e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 535 nm. Posteriormente, os teores de açúcares totais, açúcares redutores e amido foram convertidos para teores na matéria fresca.

3.4.7 Produtividade relativa de raízes tuberosas (PR)

A produtividade relativa das raízes tuberosas foi calculada para todas as formas de parcelamento, considerando o aumento médio na produtividade de raízes tuberosas dos tratamentos adubados com K em relação à testemunha (sem aplicação de K):

$$PR (\%) = \frac{\text{produtividade em cada dose de K estudada}}{\text{produtividade na testemunha}} \times 100 \quad (1)$$

3.4.8 Eficiência de uso do K aplicado (EU)

Foi determinada para todas as formas de parcelamento, por meio da relação entre o incremento na produtividade de raízes tuberosas (kg ha^{-1}) e a quantidade de K_2O aplicada (kg ha^{-1}) (2):

$$EU (\text{Kg kg}^{-1}) = \frac{\text{produtividade por tratamento adubado com K} - \text{produtividade na testemunha}}{\text{Quantidade de } \text{K}_2\text{O} \text{ aplicado por tratamento}} \quad (2)$$

3.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos à ANOVA separadamente por experimento. As médias referentes às formas de parcelamento foram comparadas pelo teste LSD a 5% de probabilidade, enquanto os efeitos das doses de K_2O foram avaliados por análise de regressão. Para a análise de regressão, o tratamento testemunha (sem aplicação de K) foi considerado como dose zero.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Diagnose foliar

Nos solos com baixo e médio teor de K da área de Braúna, verificou-se que os teores de K na folha diagnose foram afetados pelos fatores isolados (Tabela 4). No solo com baixo teor de K, a aplicação de K apenas no plantio, proporcionou teores foliares de K maiores que nas demais formas de parcelamento, mas no solo com médio teor de K, os teores de K nas folhas das plantas do tratamento com aplicação apenas no plantio foram maiores que nos tratamentos que receberam pelo menos uma aplicação de K aos 90 DAP. Esses resultados em parte se devem ao fato que a coleta de folhas para a diagnose foliar foi realizada aos 60 DAP, dessa forma, os tratamentos com parcelamento tardio de K ainda não tinham recebido a quantidade total de K fornecida aos demais tratamentos. Em relação ao efeito das doses, nota-se que a adubação potássica aumentou o teor de K nas folhas da batata-doce até as doses de 146 e 135 kg ha⁻¹ de K₂O, nos solos com baixo e médio teor de K, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 - Diagnose foliar de K para a cultura da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O	----- g kg ⁻¹ -----			
0	26	31	29	33
60	33	33	34	33
120	35	33	34	34
240	32	32	35	34
Efeito	(3)	(4)	(5)	(6)
Parcelamento ⁽¹⁾				
Plantio	36 a	35 a	36 a	35 a
Plantio+40 DAP	33 b	33 ab	34 a	34 a
Plantio+90 DAP	32 b	31 b	33 a	33 a
Plantio+40+90 DAP	33 b	31 b	34 a	34 a
Interação DxP ⁽²⁾	ns	ns	ns	ns
CV (%)	11,0	11,5	12,3	12,1

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP. ⁽²⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; ⁽³⁾ $y = 25,7 + 0,13892x - 0,000475x^2$ R² = 0,99; ⁽⁴⁾ $y = 30,7 + 0,04285x - 0,000159x^2$ R² = 0,93; ⁽⁵⁾ $y = 34,3 / (1 + \exp(-(x+43,137)/26,99))$ R² = 0,99; ⁽⁶⁾ $y = 33,0 + 0,0039x$ R² = 0,91; ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade = pelo teste t, respectivamente.

Nos solos com médio e alto teor inicial de K da área de São Manuel verifica-se que o teor de K nas folhas foi influenciado somente pelas doses de K (Tabela 3). No solo com médio teor inicial de K os teores desse nutriente nas folhas aumentaram até os 120 kg ha⁻¹ de K₂O e mantiveram-se estáveis nas doses maiores do nutriente. Porém, no solo com alto teor de K a adubação potássica aumentou linearmente os teores desse nutriente nas folhas da batata-doce.

Ao estudarem o efeito de doses de N e K na batata-doce cv. Canadense, Foloni et al. (2013) observaram que a adubação potássica aumentou 59% do teor foliar de K sobre a testemunha, encontrando um valor máximo de 13,62 g kg⁻¹ de K obtido com a dose estimada de 92 kg ha⁻¹ de K₂O.

De acordo com Lorenzi et al. (1997), o intervalo de suficiência para nutrição da cultura da batata-doce seria entre 31 a 45 g kg⁻¹ de K. Enquanto O' Sullivan et al. (1997) preconizam um nível crítico abaixo ou igual a 26 g kg⁻¹ de K e afirmam que os níveis adequados seriam entre o intervalo de 28 a 60 g kg⁻¹ de K. Desta forma, algumas médias das testemunhas encontradas no estudo estão abaixo dos níveis estabelecidos por Lorenzi et al. (1997), porém quando a batata-doce foi cultivada em solos com alto teor de K. o tratamento sem adubação apresentou resultados adequados para o teor de K foliar, isso pode ter acontecido pela grande quantidade de K inicial presente nesse solo (Tabela 2). Além disso, esses resultados mostram que aos 60 DAP, a batata-doce dos experimentos avaliados estava bem nutrida com potássio.

4.2 População final de plantas

A população final de plantas em todos os solos cultivados com batata-doce não foi afetada pelos fatores principais e nem pela interação dose de K x forma de parcelamento (Tabela 4). Assim, nos solos com baixo, médio (Braúna e São Manuel) e alto teor inicial de K as populações finais de plantas foram, em média, de 22.523, 23.879 (Braúna – médio K), 27.042 (São Manuel – médio K) e 28.923 plantas ha⁻¹, respectivamente. Esses resultados mostram que tanto a aplicação de doses crescentes de K como o seu parcelamento em mais de uma aplicação não alteram significativamente o estabelecimento da cultura a ponto de interferir na população final de plantas.

Tabela 4 - População final de plantas da cultura da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O				
0	21265	23964	25833	29166
60	22846	24058	27708	29895
120	22846	23608	27708	28437
240	22415	23933	26229	28333
Efeito	ns	ns	ns	ns
Parcelamento ⁽¹⁾				
Plantio	22223 a	24006 a	26500 a	28888 a
Plantio+40 DAP	22223 a	23931 a	27777 a	28333 a
Plantio+90 DAP	22990 a	23839 a	27638 a	29444 a
Plantio+40+90 DAP	23373 a	23690 a	26944 a	28888 a
Interação DxP ⁽²⁾	ns	ns	ns	ns
CV (%)	10,44	9,81	15,59	15,56

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP; ⁽²⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; ns é não significativo.

4.3 Quantidade de matéria seca (MS) acumulada na parte aérea, raízes tuberosas, planta inteira e índice de colheita

Nos solos com médio teor inicial de K o acúmulo de MS na parte aérea das plantas de batata-doce foi afetado somente pelas doses de K, mas nos solos com baixo e alto teor de K houve efeito dos fatores isolados sobre a quantidade de MS acumulada na parte aérea das plantas (Tabela 5). Nos solos com médio teor inicial de K, o aumento na MS da parte aérea das plantas de batata-doce ocorreu até as doses de 128 kg ha⁻¹ de K₂O, em Braúna e de 119 kg ha⁻¹ de K₂O, em São Manuel. O maior acúmulo da parte aérea em Braúna pode estar relacionado com a utilização de esterco de frango (Tabela 1). Porém, nos solos com baixo e alto teor inicial de K, a quantidade de MS acumulada na parte aérea das plantas aumentou em 30 e 41 % até as doses estimadas 182 e 191 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente (Tabela 5).

Quanto ao parcelamento, observa-se que no solo com baixo teor de K, a aplicação de K de forma parcelada entre o plantio e os 40 DAP proporcionou acúmulo de MS na parte aérea das plantas, superior ao obtido nos tratamentos que receberam a adubação potássica apenas no plantio ou de forma parcelada com uma única aplicação em cobertura aos 90 DAP (Tabela 5).

Tabela 5 - Acúmulo de matéria seca na parte aérea da cultura da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O	----- kg ha ⁻¹ -----			
0	2007	2637	1578	2297
60	2477	2987	1744	2681
120	2520	3055	1776	3124
240	2609	2760	1578	3126
Efeito	(3)	(4)	(5)	(6)
Parcelamento ⁽¹⁾				
Plantio	2393 b	2649 a	1642 a	3061 ab
Plantio+40 DAP	2799 a	2943 a	1710 a	2725 b
Plantio+90 DAP	2431 b	2987 ^a	1789 a	2812 ab
Plantio+40+90 DAP	2517 ab	3156 a	1658 a	3310 a
Interação DxP ⁽²⁾	ns	ns	ns	ns
CV (%)	15,30	31,09	23,52	20,99

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP; ⁽²⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; ⁽³⁾ $y = 2042 + 6,809125^{**}x - 0,018730x^2$ $R^2=0,93$; ⁽⁴⁾ $y = 2648 + 6,7057x - 0,0261x^2$ $R^2=0,99$; ⁽⁵⁾ $y = 1582 + 3,3848x - 0,0142x^2$ $R^2=0,99$; ⁽⁶⁾ $y = 2269 + 9,680520^{**}x - 0,025283x^2$ $R^2=0,97$; ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Verifica-se também quanto ao parcelamento, em solo com alto teor inicial de K, houve diferença no acúmulo de MS na parte aérea das plantas de batata-doce apenas entre o tratamento que recebeu a aplicação de potássio de forma parcelada em três vezes e o tratamento em que o K foi parcelado entre o plantio e os 40 DAP, sendo que os menores valores ocorreram no tratamento com menor número de parcelamentos (Tabela 5). Corrêa (2016) estudou o parcelamento do K em batata-doce cv. Uruguaiana, em solo com teor inicial de K de 2 mmol_c dm⁻³ e obteve os melhores valores para massa fresca e seca da parte aérea quando foi realizado o parcelamento do adubo aos 50% (plantio) + 50% (cobertura aos 45 DAP) e no tratamento com aplicação de 25% da dose no plantio e 75% em cobertura aos 45 DAP, quando em comparação com a aplicação apenas no plantio. Além disso, 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.

Efeitos da adubação potássica ocorreram em todos os solos (Tabela 6). No entanto, em solos com baixo teor de K, os tratamentos na ausência da adubação e com as menores doses, as plantas cresceram menos do que quando o K foi aplicado em doses maiores. Isso pode estar relacionado com a quantidade de K trocável

inicial do solo (Tabela 2) (WERLE, et al, 2008). Já em solos com alto teor de K, mesmo apresentando um elevado teor inicial deste nutriente, a adubação colaborou com o aumento da MS da parte aérea (Tabela 5). Conforme Pushpalatha et al. (2017), a deficiência de potássio pode limitar o acúmulo da biomassa da cultura.

Essa reposta da adubação para o parcelamento está relacionada com o maior aproveitamento do K pela planta, visto que, entre os 40 aos 80 dias, ocorre um intenso crescimento das ramas e o início do desenvolvimento das raízes tuberosas (ECHER et a., 2015).

Vale ressaltar que o acúmulo da MS da parte aérea é importante para o produtor que visa obter maior produção de ramas para multiplicação vegetativa da batata-doce.

O acúmulo de MS nas raízes tuberosas das plantas cultivadas nos solos com baixo e médio teor inicial de K das áreas de Braúna foi afetado pelos fatores isolados, mas nos solos com alto e médio teor de K das áreas de São Manuel a MS de raízes foi afetada somente pelas doses de K e pela interação dose x parcelamento, respectivamente (Tabela 6).

Nos solos com baixo e médio teor de K das áreas de Braúna, a adubação potássica aumentou em torno de 23 e 16 % o acúmulo de MS nas raízes tuberosas até as doses estimadas de 137 e 113 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente (Tabela 6). Em relação ao parcelamento da adubação, verifica-se que no solo com baixo teor de K, apenas o tratamento que recebeu a aplicação de K de forma parcelada em três vezes acumulou mais MS nas raízes que o tratamento com aplicação somente no plantio, mas este não diferiu dos demais. No solo com médio teor de K houve diferença no acúmulo de MS nas raízes apenas o tratamento com aplicação de K de forma parcelada entre o plantio e os 40 DAP e o tratamento com K somente no plantio (Tabela 6).

No solo com alto teor de K, o acúmulo de MS nas raízes tuberosas da batata-doce foi reduzido com o aumento da adubação (Tabela 6). Esses resultados indicam que em solo com alta disponibilidade de K, a adubação potássica é prejudicial para o desenvolvimento das raízes de reserva, uma vez que a adubação potássica diminuiu o acúmulo de MS neste órgão da planta.

O acúmulo de MS nas raízes tuberosas foi superior aos valores do acúmulo de MS da parte aérea (Tabelas 5 e 6). Pois, raízes tuberosas funcionam como drenos absorvendo carboidratos produzidos pelas folhas (fonte) por meio da

fotossíntese. Desta forma, o potássio tem uma importância crucial na formação do aumento do tamanho das raízes e na sua qualidade. Também está relacionado ao seu papel na promoção de produção de fotoassimilados das folhas de batata, seu transporte para as raízes tuberosas e na melhoria da sua conversão em amido, proteína e vitaminas, portanto, o aumento no tamanho das raízes tuberosas e sua composição dependem da nutrição de K (BANSAL e TREHAN, 2011; TREHAN, e GREWAL, 1990; GEORGE et al., 2002; PUSHPALATHA et al., 2017).

Tabela 6 - Acúmulo de matéria seca nas raízes tuberosas da cultura da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O	kg ha ⁻¹			
0	7662	8897	6129	8955
60	9264	10168	7182	8327
120	9150	10252	7037	8586
240	8568	8569	6235	7926
Efeito	(3)	(4)	(5)	(6)
Parcelamento ⁽¹⁾				
Plantio	8401 b	8808 b	6640 ab	8446 a
Plantio+40 DAP	8751ab	10390 a	6579 b	8510 a
Plantio+90 DAP	9109 ab	9908 ab	6536 b	7781 a
Plantio+40+90 DAP	9714 a	9547 ab	7516 a	8382 a
Interação DxP ⁽²⁾	ns	ns	*	ns
CV (%)	16,03	18,25	15,01	15,93

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP; ⁽²⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; ⁽³⁾ $y=7793+23,919087^{***}x-0,086968^{**}x^2$ $R^2=0,87$; ⁽⁴⁾ $y=8943+25,000782^{**}x-0,110945^{**}x^2$ $R^2=0,98$; ⁽⁵⁾ $y=6213+16,566450^{**}x-0,069131^{**}x^2$ $R^2=0,90$; ⁽⁶⁾ $y=8836-3,688477^*x$ $R^2=0,76$; ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

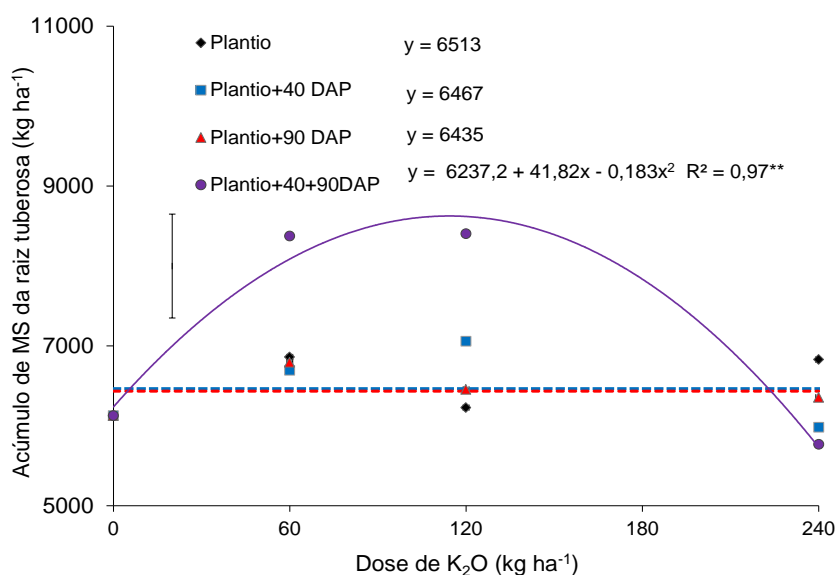
Tsuno e Fujise (1965) observaram que as parcelas adubadas com maior dose de potássio nas três variedades do estudo, apresentaram um incremento de 20% do peso seco das raízes tuberosas sobre a parcela não adubada.

A batata-doce quando cultivada em solos com alta fertilidade apresentou resposta significativa para adubação potássica que promoveu um maior aumento para matéria fresca e seca das raízes (WANG et al, 2016).

No solo com médio teor inicial de K da área de São Manuel houve interação significativa entre as doses e o parcelamento da adubação potássica (Figura 3). A adubação potássica incrementou em 38 % o acúmulo da MS nas raízes tuberosas da batata-doce até a dose máxima estimada de 114 kg ha⁻¹ de K₂O somente quando

esta foi parcelada em três vezes, enquanto nas demais formas de parcelamento a adubação potássica não alterou o acúmulo de MS nas raízes da batata-doce. Dessa forma, apenas nas doses intermediárias de K o acúmulo de MS nas raízes das plantas do tratamento que recebeu o K aplicado em três vezes foi maior que nas demais formas de parcelamento.

Figura 3 - Desdobramento da interação significativa dose x parcelamento da adubação potássica para o acúmulo de matéria seca nas raízes tuberosas, em solos com médio teor de K na área de São Manuel. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.



O acúmulo de MS na planta inteira nos solos com baixo e médio teor inicial de K das áreas de Braúna apresentou efeito dos fatores isolados, enquanto no solo com médio teor de K da área de São Manuel verificou-se efeito de interação e ausência de efeito dos fatores estudados sobre a MS das plantas no solo com alto teor inicial de K (Tabela 7).

Nos solos com baixo e médio teor inicial de K em Braúna, a adubação potássica incrementou cerca de 22 e 16 % o acúmulo de MS na planta inteira até as doses estimadas de 145 e 116 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente (Tabela 7). Em relação ao parcelamento, observa-se que no solo com baixo teor de K, a aplicação de K de forma parcelada em três vezes, proporcionou um acúmulo de MS na planta superior ao tratamento que recebeu a adubação toda no plantio, e não diferiu dos

demais. Já no solo com médio teor de K a adubação de K parcelada aos 40 DAP diferenciou somente quando foi aplicada toda no plantio (Tabela 7).

Tabela 7 - Acúmulo de matéria seca na planta inteira da cultura da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O	kg ha ⁻¹			
0	9670	11534	7707	11253
60	11741	13155	8927	11009
120	11670	13308	8814	11711
240	11178	11329	7813	11052
Efeito	(3)	(4)	(5)	(ns)
Parcelamento ⁽¹⁾				
Plantio	10795 b	11458 b	8283 a	11507 a
Plantio+40 DAP	11551 ab	13333 a	8289 a	11235 a
Plantio+90 DAP	11540 ab	12895 ab	8325 a	10594 a
Plantio+40+90 DAP	12232 a	12704 ab	9175 a	11692 a
Interação DxP ⁽²⁾	ns	ns	*	ns
CV (%)	13,43	16,35	12,37	12,37

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP; ⁽²⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; ⁽³⁾ $y = 9836 + 30,728199**x - 0,105698**x^2$ $R^2 = 0,87$; ⁽⁴⁾ $y = 11592 + 31,699561**x - 0,136978**x^2$ $R^2 = 0,98$; ⁽⁵⁾ $y = 7795 + 19,946323**x - 0,083301**x^2$ $R^2 = 0,92$; ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Nos solos com baixo e médio teores de K da área de Braúna, a adubação de K apresentou incrementos do acúmulo da planta superiores aos valores encontrados para o tratamento sem adubação (Tabela 7). Resultados semelhantes foram encontrados por Wang et al (2016), que observaram que os tratamentos com as diferentes formas de aplicação de K apresentaram resultados superiores a testemunha, em que a aplicação de K melhorou significativamente a biomassa seca, o acúmulo de nitrogênio (N) e K, além da produtividade da batata-doce quando o K foi aplicado de forma parcelada (1/2 no plantio + 1/2 75 ou 100 dias após o transplantio).

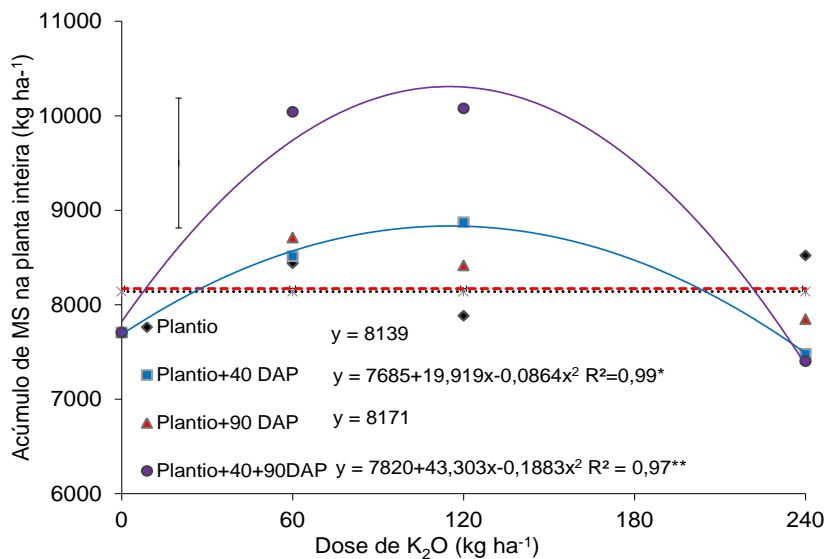
A adubação potássica não teve influência sobre o acúmulo de MS na planta inteira de batata-doce quando o K foi aplicado somente no plantio ou de forma parcelada entre o plantio e aos 90 DAP (Figura 4). Porém, quando a adubação potássica foi parcelada entre o plantio e os 40 DAP, ou em três vezes (plantio+40+90DAP), houve um incremento de cerca de 15 e 32 % no acúmulo da MS na planta inteira até as doses estimadas de 115 e 115 kg ha⁻¹ de K₂O,

respectivamente. Logo, o parcelamento em três vezes proporcionou o dobro do acúmulo de MS da planta em comparação quando o adubo de K foi parcelado no plantio e aos 40 DAP.

De acordo com Corrêa, et al. (2018), a MS da planta cresceu com aumentos das doses de K quando foi realizado o parcelamento do K entre 50% (plantio) e a 50% (cobertura), Por sua vez, ao aplicar o K todo no plantio obteve um aumento da MS da planta até a dose de 70 kg ha^{-1} de K_2O , enquanto que o parcelamento do K 25% Plantio + 75% em cobertura não teve influência na MS da planta da batata-doce.

A produção de matéria seca total e a eficiência de produção seca para a raiz tuberosa é um fator importante na determinação da produtividade (RAVI e INDIRA, 1999).

Figura 4 - Desdobramento da interação significativa dose x parcelamento da adubação potássica para o acúmulo de matéria seca na planta inteira, em solos com médio teor de K na área de São Manuel. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.



Estudos mais antigos, como Tsuno (1965), mostraram que o potássio absorvido foi responsável pela maior produção total de MS por área de campo do que os demais nutrientes. Byju e George (2005) confirmam isso, que o potássio é o nutriente mais necessário para a batata-doce em termos de absorção de nutrientes por unidade de área e por unidade de raiz tuberosa.

De acordo com Burke (1985), o K influenciou a produtividade das raízes tuberosas por meio do aumento da proporção de matéria seca voltada para a formação das raízes tuberosas e do aumento do número de raízes tuberosas por planta.

El-Baky et al. (2010) relatam que aumentando as doses de potássio na batata-doce, há maiores respostas para o crescimento vegetativo, aumentando o comprimento das ramas, do número de ramas e das folhas, peso fresco da planta, e área foliar. Essas respostas foram obtidas pela dose de 171 kg ha⁻¹ de K₂O, usaram como fonte o sulfato de potássio.

Nos solos com médio teor inicial de K, o índice de colheita (IC) não foi afetado pelos fatores estudados, mas nos solos com baixo e alto teor de K houve efeito apenas das doses de K sobre o IC (Tabela 8). Nos solos com baixo e alto teor de K, o IC reduziu de forma linear com o aumento da adubação, o que demonstra que em solo com baixa ou elevada disponibilidade do nutriente a adubação potássica não aumenta a proporção de biomassa que é acumulada nas raízes tuberosas.

Tabela 8 - Índice de colheita das plantas de batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O				
0	0,79	0,77	0,79	0,80
60	0,79	0,77	0,80	0,75
120	0,78	0,77	0,79	0,73
240	0,76	0,76	0,80	0,71
Efeito	(3)	(ns)	(ns)	(4)
Parcelamento ⁽¹⁾				
Plantio	0,77 a	0,77 a	0,80 a	0,73 a
Plantio+40 DAP	0,76 a	0,78 a	0,79 a	0,75 a
Plantio+90 DAP	0,79 a	0,77 a	0,79 a	0,73 a
Plantio+40+90 DAP	0,79 a	0,75 a	0,81 a	0,72 a
Interação DxP ⁽²⁾	ns	ns	ns	ns
CV (%)	4,56	7,75	6,05	7,01

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP; ⁽²⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; ⁽³⁾ $y = 0,79 - 0,000124 \cdot x$ $R^2 = 0,97$; ⁽⁴⁾ $y = 0,79 - 0,000325 \cdot x$ $R^2 = 0,86$; ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

O índice de colheita é a relação entre o acúmulo de MS na raiz e o acúmulo de MS da planta. Este índice é considerado parâmetro importante por indicar a eficiência da partição de matéria seca para os tubérculos (RAVI e INDIRA, 1999).

De modo geral, a adubação e as formas de aplicação do K não colaboraram para o incremento do índice de colheita. Segundo Peixoto et al. (2005), o índice de colheita é considerado satisfatório acima de 50%. Verifica-se que todos os valores encontrados no estudo estão superiores a 50% (Tabela 8), mostrando a eficiência no papel da translocação de fotoassimilados da parte aérea para as raízes tuberosas.

Estes valores estão próximos aos encontrados por Queiroga et al. (2007), que ao estudarem esse índice em diferentes cultivares de batata-doce, relacionaram-nas com a época de colheita da batata-doce, encontraram uma média de 64 % do índice de colheita obtido aos 155 DAP.

Burker (1985) estudou a influencia da adubação de K no crescimento da batata-doce e observou que a adubação de K até uma dose de 375 kg de K ha⁻¹, correspondeu a uma produtividade de 10.300 kg ha⁻¹ que proporcionou um incremento de 66% na produtividade em comparação com a testemunha, e também essa adubação colaborou com aumentos do número de raízes tuberosas por planta, peso médio das raízes tuberosas, peso total das plantas, área foliar média por folha e o índice de colheita.

Ren et al. (2015) estudaram o efeito de diferentes períodos de aplicação do potássio na produtividade e sua eficiência na batata-doce. Eles constataram que quando o potássio foi aplicado todo no plantio, apresentou resultados significativos para a eficiência do uso de potássio e o índice de colheita.

A aplicação de N como fertilizante não teve influência ou reduziu o índice de colheita, enquanto o uso de K aumentou esse índice (NAIR e NAIR, 1992).

4.4 Número, peso médio, produtividade e classificação das raízes tuberosas

No solo com baixo teor inicial de K não houve efeito dos fatores estudados sobre o número total de raízes por planta, que foi em média de 6,7 raízes por planta (Tabela 9). Nos solos com médio teor de K de ambos os locais (Braúna e São Manuel) o número total de raiz por planta foi afetado apenas pelo fator dose de K. Em Braúna e em São Manuel, as doses de K aumentaram de forma linear o número total de raiz por planta.

Já no solo com alto teor de K, houve efeito dos fatores isolados sobre o número total de raízes por planta (Tabela 9). As doses de K reduziram de forma linear o número total de raiz por planta. Quanto ao parcelamento da adubação potássica nota-se que a aplicação de K parcelada em três vezes aumentou o número total de raiz por planta em relação ao parcelamento em duas vezes com uma aplicação em cobertura aos 90 DAP, mas não diferiu dos demais parcelamentos (Tabela 9).

Tabela 9 - Número total de raiz por planta de batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O				
0	6,9	5,7	6,0	7,5
60	6,5	6,2	6,5	6,2
120	6,8	6,0	7,0	6,5
240	6,8	7,8	7,2	6,3
Efeito	(ns)	(³)	(⁴)	(⁵)
Parcelamento ⁽¹⁾				
Plantio	6,6 a	6,6 a	6,9 a	6,0ab
Plantio+40 DAP	6,5 a	7,2 a	7,3 a	6,7ab
Plantio+90 DAP	6,8 a	6,4 a	6,4 a	5,8 b
Plantio+40+90 DAP	6,9 a	6,5 a	7,0 a	7,0 a
Interação DxP ⁽²⁾	ns	ns	ns	ns
CV (%)	19,49	23,41	30,12	19,49

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP; ⁽²⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; ⁽³⁾ $y = 5,569125 + 0,008288 \cdot x$ $R^2 = 0,87$; ⁽⁴⁾ $y = 6,16 + 0,0049 \cdot x$ $R^2 = 0,87$; ⁽⁵⁾ $y = 7,033000 - 0,003704 \cdot x$ $R^2 = 0,42$; ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Resultados semelhantes para o comportamento da adubação em solos com baixo teor de K foram obtidos por Uwah et al. (2013), que encontraram em média valores entre 8,2 e 8,6 para o número de raiz tuberosa com a dose de 120 kg ha⁻¹ de K₂O em ambos os anos de cultivo. Esses autores verificaram que o incremento no número de raiz por planta em comparação testemunha chegou a 83%. Pushpalatha et al. (2017), obtiveram média de 9,0 de raiz tuberosa por planta ao aplicarem 100 kg ha⁻¹ de K₂O.

Este resultado pode ser atribuído ao K, uma vez que tem importante papel no crescimento e desenvolvimento da planta, especialmente no aumento das atividades enzimáticas, com o processo de abertura e fechamento dos estômatos, melhora na

síntese de proteínas, carboidratos e lipídios, na translocação dos açúcares, permitindo a sua capacidade de resistir a doenças e pragas (LOPES, 1998; DKHIL et al., 2011). Além disso, o K é considerado o principal cátion osmoticamente ativo da célula vegetal, pois aumenta a absorção de água e a permeabilidade da raiz e atua como controlador das células-guarda, além de colaborar no aumento da eficiência do uso da água (MENGEI e KIRKBY, 1987).

O número de raiz tuberosa e o peso da batata doce estão correlacionados significativamente com a produtividade (LIU et al., 2015).

A redução do número total de raiz por planta com adubação de K_2O em solos com alto teor de K pode ter acontecido devido a alta salinidade do KCl, pois de acordo com Marschner (1997), essa alta salindade compromete o crescimento e distribuição das raízes assim como a absorção de água e nutrientes, porque diminui o potencial osmótico próximo à rizosfera, dificultando o caminhamento dos íons até as raízes.

No solo com médio teor inicial de K da área de Braúna não teve efeitos dos fatores estudados para o número comercial de raízes por planta, que foi em média de 5,0 raízes por planta (Tabela 11). Porém nos demais solos estudados o número comercial de raízes foi afetada somente pela dose de K (Tabela 10).

No solo com baixo teor de K, houve um incremento de 23% do número comercial de raízes por planta até a dose estimada de 147 kg ha^{-1} de K_2O , mas no solo com médio teor de K da área de Braúna a adubação potássica aumentou linearmente o número de raiz comercial por planta. Já quando a batata-doce foi cultivada em solo com alto teor de K, houve uma redução do número de raiz comercial por planta até a dose de 168 kg ha^{-1} de K_2O (Tabela 10).

Provavelmente nos solos com alto teor de K, o K inicialmente disponível pode ter sido suficiente para o desenvolvimento das raízes, e que as doses maiores contribuíram com aumento da concentração salina, podendo causar desequilíbrios na absorção de outros nutrientes como N, Ca e Mg, prejudicando a formação de raízes (MALAVOLTA et al., 1997; RAIJ et al., 1997; YAMADA; ROBERTS, 2005; PEREIRA e FONTES, 2005). Em trabalho mais recente, Meng et al. (2016) estudaram o efeito do potássio e do nitrogênio sobre a produtividade e a qualidade da raiz de batata-doce em solos com alta fertilidade e observaram que a adubação de K promoveu aumento na adsorção de Mg e diminuiu a absorção de Ca pelas plantas de batata-doce.

Tabela 10 - Número comercial de raiz por planta de batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O				
0	2,8	3,4	4,8	5,4
60	3,3	3,7	4,9	4,4
120	3,4	3,6	5,0	4,1
240	3,2	5,2	5,0	4,1
Efeito	(³)	(⁴)	(ns)	(⁵)
Parcelamento (¹)				
Plantio	3,3 a	4,1 a	4,8 a	3,8 a
Plantio+40 DAP	3,1 a	4,4 a	5,1 a	4,6 a
Plantio+90 DAP	3,4 a	4,1 a	5,3 a	4,0 a
Plantio+40+90 DAP	3,4 a	4,1 a	4,8 a	4,4 a
Interação DxP (²)	ns	ns	ns	ns
CV (%)	23,34	24,22	20,20	24,33

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. (¹) Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP; (²) Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; (³) $y = 2,81 + 0,008817x - 0,000030x^2$ $R^2 = 0,97$; (⁴) $y = 3,19 + 0,007330x$ $R^2 = 0,86$; (⁵) $y = 5,32 - 0,017130x + 0,000051x^2$ $R^2 = 0,97$; ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

De maneira geral, verifica-se que em São Manuel a quantidade de raízes comerciais por planta foram superiores às obtidas em Braúna (Tabela 10). Em Braúna a adição de esterco de aves (Tabela 1) pode ter interferido no desenvolvimento das raízes tuberosas, uma vez que a batata-doce quando cultivada em solo com muita matéria orgânica, nitrogênio e umidade pode apresentar maior desenvolvimento de ramas e pouca formação de raízes (CASTRO, 2010; PRADO e CECÍLIO FILHO, 2016).

Os valores encontrados no presente estudo para o número de raiz comercial por planta foram superiores ao encontrado por Queiroga et al. (2007), que obtiveram uma média de 1,32 de raiz comercial por planta. Corrêa (2016) obteve médias variando entre 3,5 e 4,7 de raízes comerciais por planta com a aplicação de doses entre 36,5 a 58,5 kg ha⁻¹ de K₂O de forma parcelada com 1/2 da dose no plantio e a outra metade em cobertura.

Valores mais próximos do estudo foram encontrados por El-Baky et al. (2010), que obtiveram uma média de 2,78 e 5,43 raízes comerciais por planta utilizando as doses de 69 e 138 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente, usaram como fonte de K o sulfato de potássio.

Nas espécies produtoras de raízes tuberosas, doses adequadas de potássio favorecem a formação e translocação de carboidratos e melhora a absorção de nitrogênio e a produção de raízes comerciais (FILGUEIRA, 2008).

Em relação ao peso médio total das raízes verifica-se que no solo com baixo teor inicial de K não houve efeito dos fatores estudados sobre esta variável, que foi em média de 208 g (Tabela 11). Porém no solo com médio teor de K da área de Braúna apenas as doses de K afetaram significativamente o peso médio das raízes, de modo que houve um decréscimo no peso médio total das raízes com o aumento da adubação potássica (Tabela 11).

Tabela 11 - Peso médio total das raízes de batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O	----- g -----			
0	191	269	157	162
60	217	232	162	214
120	205	248	153	193
240	210	170	144	183
Efeito	(ns)	(3)	(4)	(5)
Parcelamento ⁽¹⁾				
Plantio	213 a	202 a	148 ab	225.a
Plantio+40 DAP	210 a	208 a	141 b	192 ab
Plantio+90 DAP	207 a	231 a	159 a	191 ab
Plantio+40+90 DAP	211 a	227 a	163 a	170 b
Interação DxP ⁽²⁾	ns	ns	ns	ns
CV (%)	20,93	23,52	13,89	22,09

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP; ⁽²⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; ⁽³⁾ $y = 270,01 - 0,381074^{**}x$ $R^2 = 0,83$; ⁽⁴⁾ $y = 161,12 - 0,066276^{*}x$ $R^2 = 0,77$; ⁽⁵⁾ $y = 168,68 + 0,590256^{*}x - 0,002249 x^2$ $R^2 = 0,60$; ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente

Em São Manuel, nos solos com médio e alto teor de K, o peso médio das raízes tuberosas foi afetado pelos fatores isolados (Tabela 11). No solo com médio teor de K, as doses de potássio reduziram de forma linear o peso médio das raízes e a aplicação parcelada de K entre o plantio e os 40 DAP proporcionou raízes mais leves que nas formas de parcelamento mais tardias (Tabela 11).

Esses resultados estão de acordo com os relatados por El-Seifi et al. (2014), que observaram respostas negativas dos valores do peso da batata-doce para aplicação da adubação, em que houve uma maior redução usando a maior dose de

82 kg ha⁻¹ de K₂O, usaram como fonte de K o sulfato de potássio. Segundo Okwuowulu e Asiegbu (2000), as raízes de batata-doce perdem peso significativamente com a aplicação de K. Al-Easily (2002) observou que o aumento da dose de K resultou na perda de peso e na redução do tempo de armazenamento da batata-doce.

No solo com alto teor de K as doses de K aumentaram o peso médio das raízes de forma quadrática até um valor máximo do peso médio das raízes total de 207 g obtida na dose de 131 kg ha⁻¹ de K₂O, resultando num incremento de 23 % em comparação com a testemunha (Tabela 11). Quanto ao parcelamento, a maior média foi obtida quando se aplicou toda adubação potássica no plantio, diferenciando somente quando o adubo K₂O foi parcelado em três vezes.

De acordo El-Baky et al. (2010), o aumento do peso médio das raízes por planta foram proporcionados em resposta ao aumento das doses de potássio, em solos com baixo teores do elemento obtidas na dose de 57 kg ha⁻¹ de K₂O, usaram como fonte o sulfato de potássio.

Uwah et al. (2013) avaliaram respostas de duas variedades de batata-doce em cinco doses de potássio e observaram que no ano de 2007, o peso máximo da raiz tuberosa por planta foi obtido com a dose de 160 kg ha⁻¹ de K₂O, enquanto a batata-doce cultivada no ano de 2008, os valores para peso da raiz tuberosa por planta foram estatisticamente similares com as doses de 120 e 160 kg ha⁻¹ de K₂O e superiores as demais doses no estudo.

O peso médio das raízes comerciais foi influenciado apenas pelas doses de K nos solos com baixo e médio teor inicial de K (Tabela 12). No solo com baixo teor de K, a adubação potássica aumentou o peso médio das raízes comerciais até a dose de 194 kg ha⁻¹ de K₂O. Nos solos com médio teor de K, o peso médio das raízes comerciais aumentou até as doses estimadas de 74 e 126 kg ha⁻¹ de K₂O nas áreas de Braúna e São Manuel, respectivamente. (Tabela 12).

Houve efeito dos fatores isolados sobre o peso médio das raízes comerciais no solo com alto teor de K (Tabela 12). A adubação potássica aumentou de forma linear o peso médio das raízes comerciais, proporcionando um incremento de 24% nesta variável. Quando às formas de parcelamento, nota-se que quando a adubação foi realizada toda no plantio o peso médio das raízes comerciais foi maior do que no tratamento em que o adubo potássico foi parcelado entre o plantio e os 90 DAP (Tabela 12).

Tabela 12 - Peso médio das raízes comerciais de batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O	----- g -----			
0	271	268	166	145
60	294	284	178	168
120	288	285	182	180
240	299	163	170	176
Efeito	(3)	(4)	(5)	(6)
Parcelamento ⁽¹⁾				
Plantio	236 a	233 a	180 a	190 a
Plantio+40 DAP	289 a	236 a	171 a	172 ab
Plantio+90 DAP	287 a	262 a	167 a	152 b
Plantio+40+90 DAP	311 a	245 a	189 a	184 ab
Interação DxP ⁽²⁾	ns	ns	ns	ns
CV (%)	22,02	21,67	19,32	22,15

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP; ⁽²⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; ⁽³⁾ $y=274+0,2333*x-0,0006*x^2$ $R^2=0,75$; ⁽⁴⁾ $y = 266 + 0,680282**x - 0,004613**x^2$ $R^2 = 0,99$; ⁽⁵⁾ $y=166,1+0,2524*x-0,001*x^2$ $R^2=0,99$; ⁽⁶⁾ $y = 155 + 0,117997*x$ $R^2 = 0,59$; ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Mesmo apresentando a maior média no plantio, recomenda-se a aplicação do K de forma parcelada aos 40DAP do que parcelado três vezes, pois se colocada toda no plantio pode vir a ser perdido esse adubo caso venha a chover intensamente. Wang et al. (2016) verificaram também que os melhores resultados foram obtidos com o parcelamento do K na metade do plantio e a outra metade na cobertura aplicado aos 75-100 dias após o transplante.

De acordo com Echer et al. (2015), o período de crescimento mais crítico compreende as quatro primeiras semanas, pois o estágio de desenvolvimento nessa fase determina o crescimento posterior e a produtividade final.

O K tem efeito de equilibrar as mudanças de ânions e influenciar sua absorção e transporte de carboidratos e translocação dos açúcares e o aumento do transporte de nitrato, com isso promove o aumento expansão celular (EL-SEIFI et al., 2014; UWAH et al.,2013; PRADO,2008).

A produtividade de raízes de tamanho entre 80-150 g foi afetada pela interação dos fatores estudados no solo com alto teor inicial de K, mas no solo com baixo teor de K houve efeito apenas do fator dose sobre esta variável e no solo com médio teor de K da área de Braúna apenas as formas de parcelamento afetaram a

produtividade dessa classe de raízes, enquanto no outro solo com médio teor de K não houve efeito dos fatores estudados sobre esta variável (Tabela 13).

Tabela 13 - Produtividade de raízes de tamanho entre 80 e 150 gramas da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

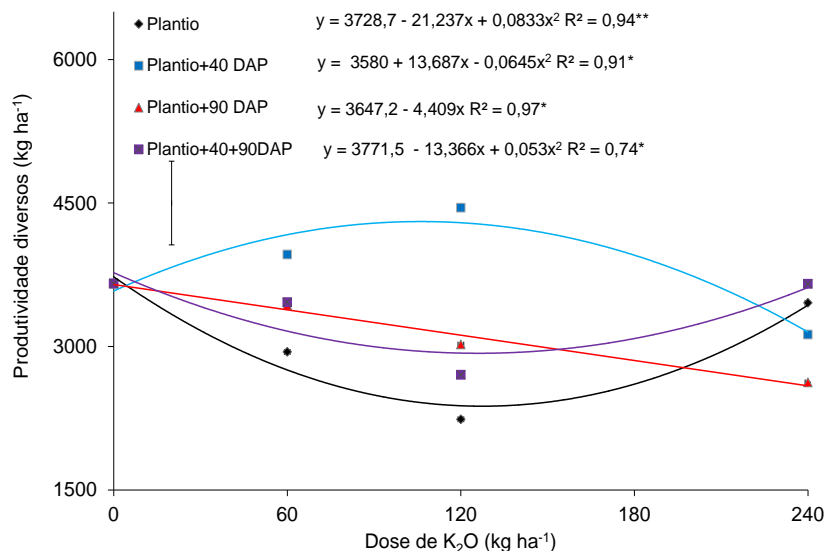
Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O	----- kg ha ⁻¹ -----			
0	1302	1457	2769	3658
60	1167	1573	2760	3450
120	970	1590	2777	3103
240	875	1520	2710	3215
Efeito	(3)	ns	ns	(4)
Parcelamento ⁽¹⁾				
Plantio	932 a	1414 b	2744 a	2879 b
Plantio+40 DAP	1035 a	1471 b	2866 a	3845 a
Plantio+90 DAP	1059 a	1802 a	2750 a	3026 b
Plantio+40+90 DAP	990 a	1557 b	2637 a	3274 b
Interação DXP ⁽²⁾	ns	ns	ns	*
CV (%)	19,22	19,50	17,88	18,67

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP; ⁽²⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; ⁽³⁾ $y=1267-1,794124^{**}x$ $R^2 = 0,97$; ⁽⁴⁾ $y=3553-1,794124^{**}x$ $R^2 = 0,97$; ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

No solo com baixo teor de K, o aumento da adubação potássica diminuiu a produtividade dessa classe de raízes de forma linear (Tabela 13). No solo com médio teor de K da área de Braúna, o tratamento plantio+90 DAP produziu mais raízes dessa classe de tamanho que os demais tratamentos (Tabela 13).

Quando o K foi colocado todo no plantio ou parcelado em três vezes no experimento em solos com alto teor de K (Figura 5), verifica-se que houve uma redução na produtividade de raízes de tamanho entre 80-150 g (diversos) até a dose de 120 kg ha⁻¹ de K₂O, e que após essa dose ocorreram incrementos nessa produtividade. Por sua vez, quando fez o parcelamento do K entre o plantio e os 40 DAP, a produtividade foi expressa de forma quadrática, em que observou aumentos de 20 % até a dose estimada de 106 kg ha⁻¹ de K₂O. Entretanto, quando se realizou o parcelamento entre o plantio e os 90 DAP, a adubação apresentou um efeito linear negativo.

Figura 5 - Desdobramento da interação significativa dose x parcelamento da adubação potássica para a produtividade de raízes de tamanho entre 80 a 150 gramas em solos com alto teor de K na área de São Manuel. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.



Ocorreu efeito da interação para a produtividade de raízes de tamanho entre 151-250 g (extra) somente para o solo com alto teor de K (Tabela 14).

Tabela 14 - Produtividade de raízes de tamanho entre 151 a 250 gramas da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

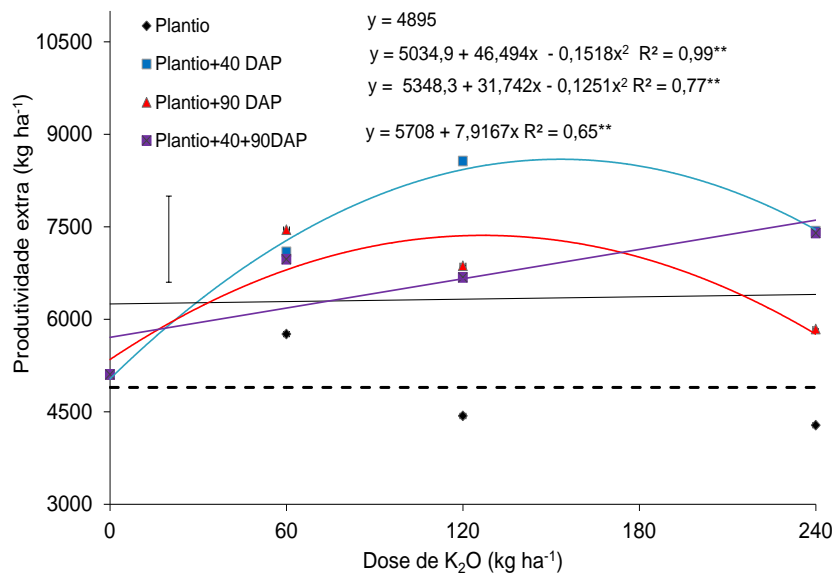
Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O	kg ha ⁻¹			
0	4612	4594	4366	5104
60	5653	5076	5442	6821
120	6439	5092	5385	6636
240	6200	4201	5118	6213
Efeito Parcelamento ⁽¹⁾	(3)	(4)	(5)	(6)
Plantio	5768 a	4950 a	5034 a	4792 c
Plantio+40 DAP	6054 a	4869 a	5513 a	7697 a
Plantio+90 DAP	6197 a	4854 a	5454 a	6721 b
Plantio+40+90 DAP	6250 a	4487 a	5258 a	7017 ab
Interação DxP ⁽²⁾	ns	ns	ns	
CV (%)	14,95	13,91	16,62	16,28

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP; ⁽²⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; ⁽³⁾ $y=4581+23,512101^{**}x-0,071250^{**}x^2$ $R^2 = 0,99$; ⁽⁴⁾ $y=4607+10,221534^{**}x-0,049706^{**}x^2$ $R^2 = 0,99$; ⁽⁵⁾ $y=4454+15,825614^{**}x-0,054934^{**}x^2$ $R^2 = 0,87$; ⁽⁶⁾ $y=5258 +21,342815^{**}x-0,085731^{**}x^2$ $R^2 = 0,83$; ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Nos demais solos a produtividade de raízes de 151 a 250 g foi afetada apenas pelas doses de K (Tabela 14). Nos solos com baixo e médio teor de K, a produtividade dessa classe de raízes tiveram incrementos de 42, 11 e 26% até as doses estimadas de 165, 103 e 144 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente.

No solo com alto teor de K, observa-se que quando o K foi colocado todo no plantio este não influenciou na produtividade de raízes de 151 a 250 g (Figura 6). Todavia, quando o adubo potássico foi parcelado em duas vezes (no plantio+40 DAP e no plantio+90 DAP), apresentou uma resposta quadrática em que correspondeu a um aumento de 70 e 38% na produtividade com as doses estimadas de 153 e 127 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. E com o aumento da adubação de K, houve incrementos na produtividade de raízes quando o parcelamento foi realizado em três vezes (Figura 6).

Figura 6 - Desdobramento da interação significativa dose x parcelamento da adubação potássica para a produtividade de raízes de tamanho entre 151 a 250 gramas (extra) em solos com alto teor de K na área de São Manuel. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.



No solo com médio teor de K da área de Botucatu, a produtividade de raízes de tamanho entre 251- 500 (extra A) foi afetada pela interação dose x parcelamento (Tabela 15).

Quando se cultivou a batata-doce em solos com baixo teor de K, observa-se efeito isolado para ambos os fatores (Tabela 15), em que para o efeito da dose,

verificam-se incrementos de 68% da produtividade nessa classe obtidas com a dose estimada de 187 kg ha⁻¹ de K₂O, e para o parcelamento, o tratamento parcelado em três vezes apresentou a maior média diferenciando dos demais.

No solo com médio teor de K da área de Braúna, houve efeito apenas do fator dose de K com aumento de 13%, obtido com a quantidade estimada de 108 kg ha⁻¹ de K₂O (Tabela 15). No solo com alto teor inicial de K, houve efeito isolado das formas de parcelamento da adubação potássica, apresentando maiores médias nos tratamentos que receberam o K parcelado em duas ou três vezes.

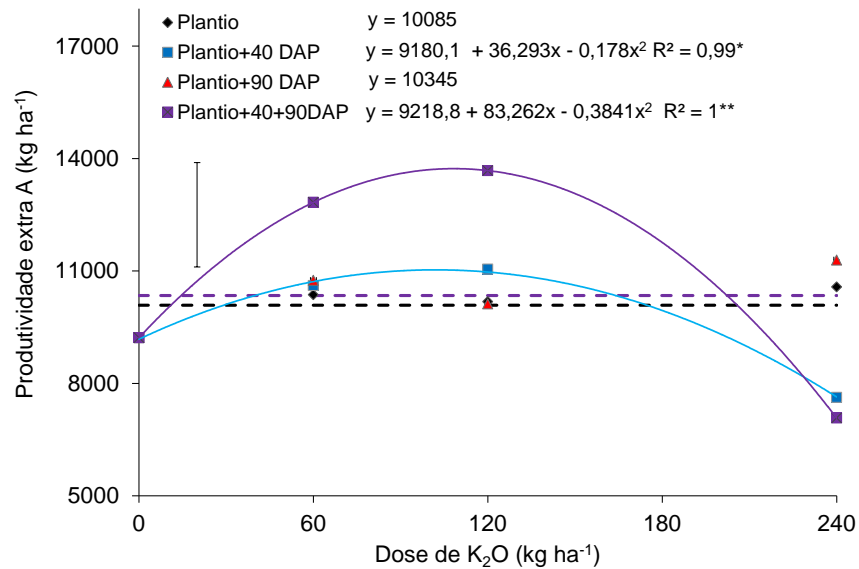
Quando o K foi colocado todo no plantio ou parcelado no plantio+90 DAP não houve influência da adubação sobre a produtividade da classe extra A da batata-doce cultivada em solo com médio teor de K na área de São Manuel (Figura 7). No entanto, quando se disponibilizou o K parcelado no plantio+40 DAP ou em três vezes, estes foram expressos por uma equação quadrática em que apresentaram aumentos na produtividade de 20 e 49 % obtidos com as doses de 102 e 108 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente

Tabela 15- Produtividade de raízes de tamanho entre 251 a 500 gramas da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O	----- kg ha ⁻¹ -----			
0	6756	10380	9219	13591
60	9912	11924	11140	15327
120	10694	11587	11258	14367
240	11305	9864	9141	15291
Efeito	(3)	(4)	(5)	ns
Parcelamento ⁽¹⁾				
Plantio	9627 b	10285 a	10373 a	13432 b
Plantio+40 DAP	10154 b	12209 a	9762 a	15578 a
Plantio+90 DAP	10515 b	11458 a	10720 a	14805 ab
Plantio+40+90 DAP	12254 a	10548 a	11195 a	16165 a
Interação DxP ⁽²⁾	ns	ns	*	ns
CV (%)	17,51	22,66	18,48	11,54

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP; ⁽²⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; ⁽³⁾ $y = 6924 + 50,421276^{**}x - 0,135004^{**}x^2$ $R^2 = 0,97$; ⁽⁴⁾ $y = 10505 + 25,05986x - 0,116275^{*}x^2$ $R^2 = 0,93$; ⁽⁵⁾ $y = 9303 + 36,15^{**}x - 0,153911^{**}x^2$ $R^2 = 0,97$; ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Figura 7 - Desdobramento da interação significativa dose x parcelamento da adubação potássica para a produtividade de raízes de tamanho entre 251 a 500 gramas (extra A) em solos com médio teor de K na área de São Manuel. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.



A produtividade de raízes de tamanho entre 501 e 800 g (graúdas) foi afetada pela interação dose x parcelamento nos solos com médio e alto teor inicial de K da área de São Manuel (Tabela 16). No solo com baixo teor de K não houve efeito dos fatores estudados sobre a produtividade de raízes de tamanho entre 501 e 800 g (Tabela 16). Já para o solo com médio teor de K da área de Braúna, houve efeito significativo somente do fator isolado dose, em que ocorreu um aumento da produtividade de raízes graúdas de 10 % obtida com a dose estimada de 101 kg ha⁻¹ de K₂O (Tabela 16).

Ao analisar o desdobramento da interação para o solo com médio teor de K (Figura 8a), observa-se que quando o K foi disponibilizado todo no plantio, houve uma redução na produtividade de raízes graúdas até a dose de 120 kg ha⁻¹ de K₂O. No entanto, ao fazer os parcelamentos no plantio+40 DAP e em três vezes estes apresentaram um comportamento de equação quadrática, em que tiveram incrementos na produtividade de raízes graúdas de 68 e 59 % obtidas com as doses de 123 e 125 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente (Figura 8a). Já o parcelamento realizado entre o plantio e os 90 DAP aumentou a produtividade de raízes graúdas linearmente.

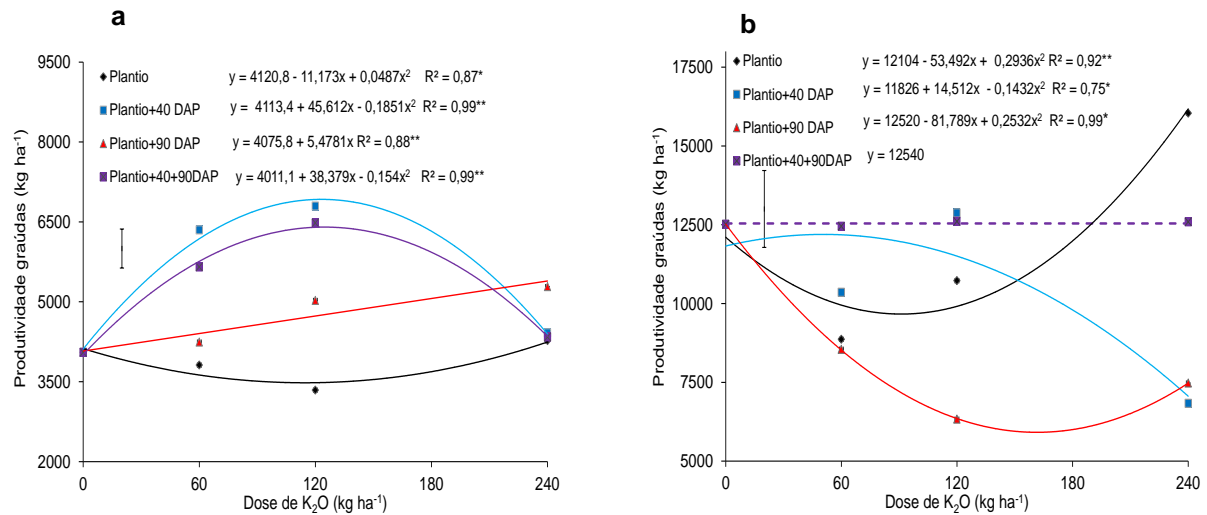
Tabela 16 – Produtividade de raízes de tamanho entre 501 a 800 gramas da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O	----- kg ha ⁻¹ -----			
0	3121	4883	4051	12511
60	4528	5348	5014	10055
120	3502	5365	5410	10634
240	3924	4438	4577	10736
Efeito	ns	(3)	(4)	(5a)
Parcelamento ⁽¹⁾				
Plantio	3942 a	4850 a	3808 c	11877 a
Plantio+40 DAP	3932 a	5107 a	5854 a	10021 b
Plantio+90 DAP	4088 a	5204 a	4851 b	7454 c
Plantio+40+90 DAP	3977 a	5040 a	5490 a	12549 a
Interação DxP ⁽²⁾	ns	ns		
CV (%)	19,77	18,23	10,94	15,42

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP; ⁽²⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; ⁽³⁾ $y=4893+10,130762*x-0,050176**x^2$ $R^2 = 0,99$; ⁽⁴⁾ $y=4053+20,509912**x-0,076368**x^2$ $R^2 = 0,99$; ⁽⁵⁾ $y=12233-30,033354**x+0,100753***x^2$ $R^2 = 0,72$; ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade= pelo teste t, respectivamente.

O parcelamento do adubo em três vezes não teve influencia sobre a produtividade de raízes graúdas no experimento com alto teor de K (Figura 8b). Por sua vez, quando o K foi disponibilizado todo no plantio ou parcelado no plantio+90 DAP, houve redução da produtividade das raízes graúdas até a dose de 120 kg ha⁻¹ de K₂O, e após essa dose houve incrementos da produtividade (Figura 8b). Já quando o parcelamento do K foi efetuado no plantio+40 DAP, ocorreu um aumento até a dose estimada de 51 kg ha⁻¹ de K₂O.

Figura 8 - Desdobramento da interação significativa dose x parcelamento da adubação potássica para a produtividade de raízes de tamanho entre 501 a 800 gramas (graúda) em solos com médio teor de K (a) e em solos com alto teor de K (b) na área de São Manuel. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.



A produtividade total de raízes em todos os solos foi afetada pelos fatores isolados e no solo com baixo teor de K também foi afetada pela interação dose de K x formas de parcelamento (Tabela 17).

Tabela 17 - Produtividade total de raízes tuberosas da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O	----- kg ha ⁻¹ -----			
0	26789	31598	23834	35061
60	31077	33723	27920	34286
120	31034	34027	28357	34477
240	31007	30666	25377	31320
Efeito	(3)	(4)	(5)	(6)
Parcelamento ⁽¹⁾				
Plantio	29061 c	30882 b	25334 b	35319 a
Plantio+40 DAP	30313 bc	34954 a	27281 ab	33670 ab
Plantio+90 DAP	31602 ab	32924 ab	26954 ab	30276 b
Plantio+40+90 DAP	33182 a	32460 ab	29303 a	34180 ab
Interação DxP ⁽²⁾		ns	ns	ns
CV (%)	8,47	14,69	14,37	12,01

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP; ⁽²⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; ⁽³⁾ $y = 27145 + 61,091733^{**}x - 0,189560^{**}x^2$ $R^2 = 0,88$; ⁽⁴⁾ $y = 31638 + 45,274634x - 0,205768^{**}x^2$ $R^2 = 0,99$; ⁽⁵⁾ $y = 24027 + 73,261466^{**}x - 0,282940^{**}x^2$ $R^2 = 0,96$; ⁽⁶⁾ $y = 35382 - 15,205711^{**}x$ $R^2 = 0,86$; ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

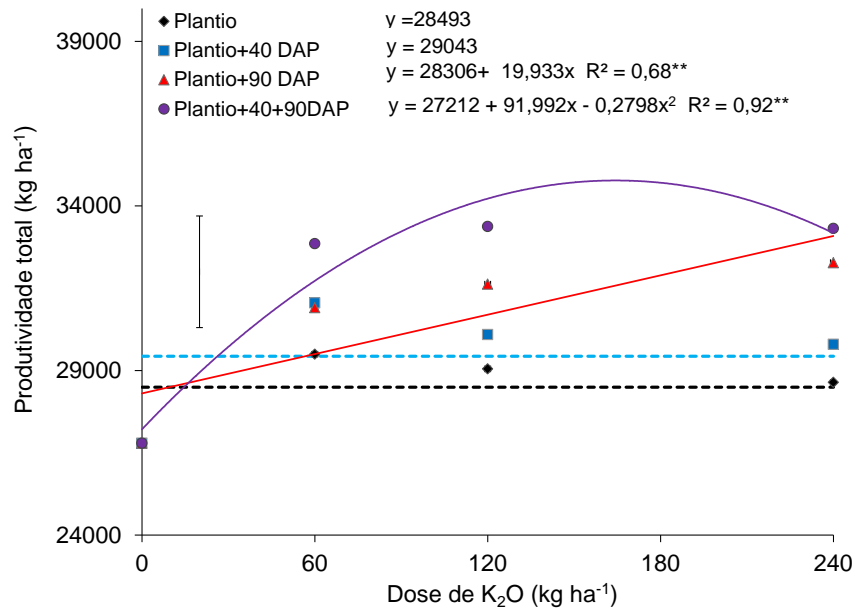
Nos solos com médio teor inicial de K, a produtividade total de raízes aumentou de forma quadrática com a adubação potássica e atingiu as produtividades máximas de 34 e 29 t ha⁻¹ com as doses de 110 e 129 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente nas áreas de Braúna e São Manuel (Tabela 17). Porém, no solo com alto teor de K, o aumento na adubação potássica diminuiu a produtividade total de raízes de forma linear (Tabela 17).

Quanto ao parcelamento do K, quando colocado o K todo no plantio, obteve as menores médias para os experimentos instalados em solos com médios teores de K. Nesses solos observa-se que houve diferenças para a maior média de produtividade total entre Braúna e São Manuel (Tabela 18) a provável causa disso pode estar relacionado com a maior precipitação pluvial no período após a adubação aos 90 DAP ocorrida em Braúna e com isso K aplicado nesse período pode ter sido lixiviado (Figura 1). Em São Manuel como a precipitação foi maior ao longo do ciclo, o parcelamento em três vezes contribuiu para o aumento da produtividade total (Figura 1).

Ao contrário, observa-se quando o K foi aplicado todo, no momento do plantio do solo com alto teor inicial de K, a produtividade total de raízes foi maior que no parcelamento que recebeu apenas uma aplicação em cobertura aos 90 DAP (Tabela 17).

No solo com baixo teor inicial de K, a adubação potássica não teve influência sobre a produtividade total de raízes quando esta foi realizada toda no plantio ou de forma parcelada com metade da dose no plantio e a outra metade aos 40 DAP (Figura 9). Por sua vez, quando a aplicação de K foi realizada de forma parcelada entre o plantio e os 90DAP a produtividade total de raízes aumentou linearmente com as doses crescentes de K. Já quando o K foi aplicado de forma parcelada em três aplicações (plantio+40+90 DAP) a produtividade total de raízes atingiu 35 t ha⁻¹ com a aplicação de 165 kg ha⁻¹ de K₂O. Dessa forma, verifica-se que especialmente nas maiores doses de K a produtividade total dos tratamentos com parcelamento do K em aplicações mais tardias foi maior do que nos tratamentos em que o K foi aplicado exclusivamente no plantio.

Figura 9 Desdobramento da interação significativa dose x parcelamento da adubação potássica para a produtividade total em solos com baixo teor de K na área de Braúna. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.



No solo com médio teor inicial de K da área de Braúna, verificou-se efeito apenas do fator dose sobre a produtividade comercial de raízes tuberosas, mas no solo com alto teor inicial de K, houve efeito dos fatores isolados sobre esta variável (Tabela 18). A adubação potássica aumentou a produtividade comercial do solo com médio teor de K da área de Braúna até a dose estimada de 106 kg ha⁻¹ de K₂O, mas no solo com alto teor inicial de K, a adubação potássica reduziu a produtividade comercial de raízes até a dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O e a manteve estável nas doses mais elevadas do nutriente. No solo com alto teor inicial de K a adubação potássica quando parcelada em três vezes aumentou a produtividade de raízes em relação aos tratamentos com aplicação de K somente no plantio ou de forma parcelada entre o plantio e os 90 DAP (Tabela 18).

A produtividade comercial de raízes da batata-doce foi afetada pela interação dos fatores isolados no solo com baixo teor inicial de K da área de Braúna e no solo com médio teor inicial de K da área de São Manuel (Tabela 18). No solo com baixo teor inicial de K, as formas de parcelamentos apresentaram respostas quadráticas para a adubação potássica (Figura 10a), com uma produção máxima comercial de 21, 22, 24 e 25 t ha⁻¹ obtidas com as doses de 166, 157, 207 e 171 kg de K₂O ha⁻¹, resultando no incremento de 30, 37, 47 e 57 %, respectivamente.

Tabela 18 - Produtividade comercial de raízes tuberosas da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O	kg ha ⁻¹			
0	15792	21313	20405	22023
60	21260	23920	24356	20327
120	21606	23635	24830	20311
240	22214	19960	21588	20165
Efeito	(3)	(4)	(5)	(6)
Parcelamento ⁽¹⁾				
Plantio	20269 b	21499 a	22251 a	19466 bc
Plantio+40 DAP	21174 b	23655 a	24412 a	21563 ab
Plantio+90 DAP	21859 ab	23235 a	23777 a	17201 c
Plantio+40+90 DAP	23471 a	21632 a	24218 a	22841 a
Interação DxP ⁽²⁾	*	ns	*	ns
CV (%)	10,09	20,52	16,07	15,89

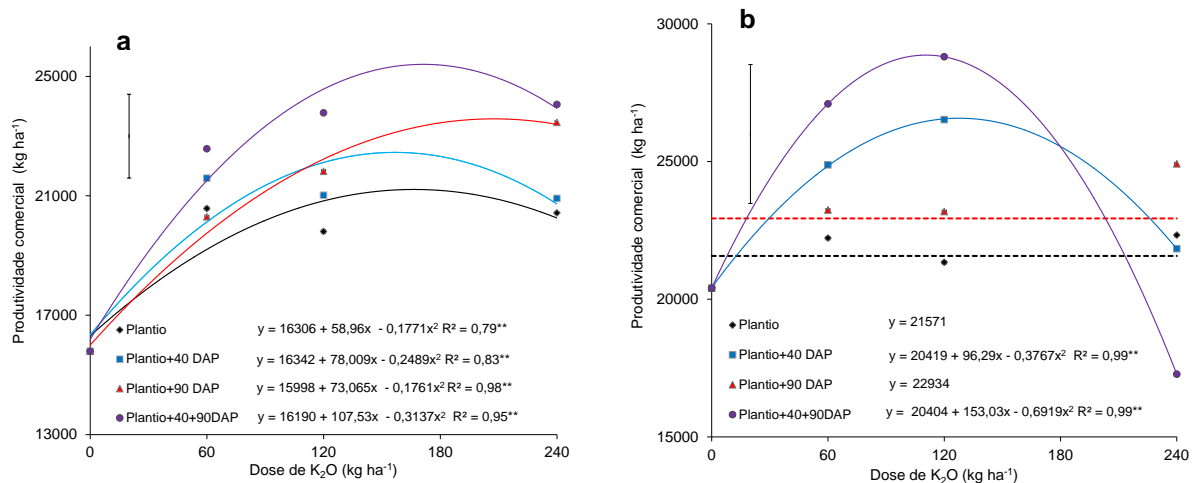
Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP; ⁽²⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; ⁽³⁾ $y=16208+79,405384**x-0,229004**x^2$ $R^2=0,92$; ⁽⁴⁾ $y=21465+47,706281x-0,225783*x^2$ $R^2=0,97$; ⁽⁵⁾ $y=20576+72,604575**x-0,285931**x^2$ $R^2=0,97$; ⁽⁶⁾ $y=20230,73+1792,015*exp(-0,0473*x)$ $R^2=0,99$. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

De acordo com a Figura 10b, a adubação de K não influenciou na produtividade comercial do experimento em solos com médio teor de K, quando esta foi realizada toda no plantio ou parcelada entre o plantio e os 90 DAP. Entretanto, quando a adubação de K foi parcelada no plantio+40DAP e três vezes (plantio+40+90DAP), tiveram uma resposta quadrática com uma produção máxima comercial de 27 e 29 t ha⁻¹, obtidas com as doses de 128 e 111 kg de K₂O ha⁻¹, resultando no incremento de 30% e 42%, respectivamente.

Estes resultados apresentados para as máximas produtividades foram superiores para a produtividade média de batata-doce brasileira de 14,5 e a média estadual de São Paulo de 19,6 t ha⁻¹, conforme o IBGE (2018).

As doses que maximizaram a produtividade total e comercial obtidas nos solos com baixos e médios teores iniciais de K foram superiores às recomendadas para a aplicação de K proposta por Monteiro e Peresin (1997), 120, 90 e 60 kg de K₂O ha⁻¹, para solos com baixo, médio e alto teor de K, respectivamente.

Figura 10 - Desdobramento da interação significativa dose x parcelamento da adubação potássica para a produtividade comercial em solo com baixo teor de K na área de Braúna (a) e em solo com médio teor de K na área de São Manuel (b). * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.



A bata-doce é geralmente cultivada em solos com baixa fertilidade, que são solos altamente intemperizados e lixiviados. Nessas condições, a cultura é altamente responsiva à adubação potássica com incrementos de produtividade (BYJU e GEORGE, 2005; RAJI, 2011; SANTOS J et al., 2006; RÓS et al., 2014). Isto está de acordo com resultados obtidos no experimento com baixo teor de K.

Diversos trabalhos apontam que a batata-doce responde bem a adubação potássica em solos com baixa disponibilidade inicial de K, apresentando uma produtividade comercial de 6 a 24 t ha⁻¹ obtidas nas doses entre 85 e 163 Kg ha⁻¹ de K₂O (BRITO et al., 2006; NASCIMENTO, 2013; EL-BAKY et al., 2010; CECÍLIO FILHO et al., 2016).

De acordo com Foloni et al. (2013), a batata-doce cultivada em um solo com teor médio de K trocável com 0,8 mmol_c dm⁻³ na camada arável por ocasião do plantio, obteve respostas expressivas para a adubação potássica de cobertura, com produtividade máxima de 25 t ha⁻¹ de raízes tuberosas com a dose de 120 kg ha⁻¹ de K₂O na cobertura, combinada com a 102 kg ha⁻¹ de N.

Meng et al. (2016), ao estudarem também a interação entre a adubação de N e K em solos com alta disponibilidade inicial de K, obtiveram maior produtividade quando não se aplicou o N e usou 150 kg ha⁻¹ de K₂O.

Em solos com alta disponibilidade inicial de K, a produtividade comercial variou de 27, 7 a 52 t ha⁻¹ de raízes tuberosas por Echer et al. (2009a) e Corrêa (2016), com a combinação das doses de 2 kg ha⁻¹ de B mais à aplicação de 200 kg ha⁻¹ de K₂O e 120 ha⁻¹ de K₂O parcelado 1/2 no plantio+1/2 em cobertura, respectivamente.

A relação entre o peso médio das raízes e da produtividade em resposta ao aumento da adubação potássica é atribuído ao K por desempenhar um importante papel na abertura e fechamento das células guardas dos estômatos fundamentais para a fotossíntese e também por transportar os carboidratos das folhas para as raízes tuberosas (MENGEL e KIRKBY, 1987; EL-BAKY et al., 2010; ECHER et al, 2009b; PUSHPALATHA et al., 2017).

Os resultados para a produtividade não comercial estão na Tabela 19. Verifica-se que apenas no solo com médio teor inicial de K da área de São Manuel houve efeito da interação dos fatores estudados sobre esta variável.

Tabela 19 - Produtividade não comercial de raízes das batatas-doces em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O	----- kg ha ⁻¹ -----			
0	10997	10284	3428	13039
60	9817	9802	3563	13959
120	9429	10392	3527	14166
240	8793	10705	4101	11154
Efeito	(3)	(ns)	(4)	(5)
Parcelamento ⁽¹⁾				
Plantio	8793 a	9383 b	3374 b	15853 a
Plantio+40 DAP	9138 a	11299 a	3286 b	12106 b
Plantio+90 DAP	9743 a	9689 ab	3178 b	13076 b
Plantio+40+90 DAP	9743 a	10829 ab	5084 a	11339 b
Interação DxP ⁽²⁾	ns	ns	*	ns
CV (%)	14,66	19,78	15,49	19,55

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP; ⁽²⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; ⁽³⁾ $y=10652-8,509030^{**}x$ $R^2=0,88$; ⁽⁴⁾ $y=3367+2,740186^{**}x$ $R^2=0,85$; ⁽⁵⁾ $y=13004+25,855302^{*}x-0,139639^{**}x^2$ $R^2 = 0,99$; ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Quanto aos efeitos isolados, observa-se que no solo com baixo teor de K a produtividade não comercial foi afetada apenas pelas doses de K, enquanto no solo com médio teor de K da área de Braúna houve efeito apenas das formas de parcelamento sobre esta variável, mas no solo com alto teor de K ambos os fatores isolados afetaram a produtividade não comercial (Tabela 19).

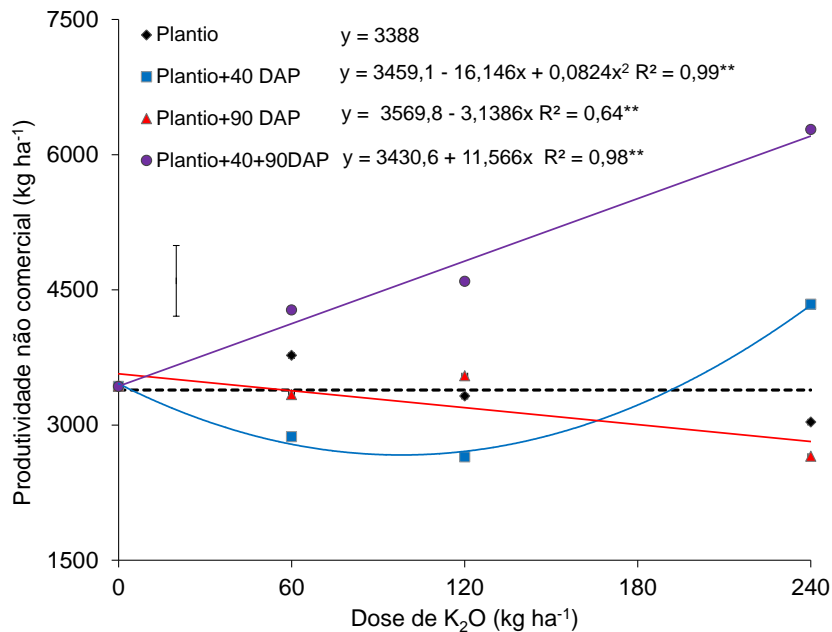
A produção não comercial reduziu com o aumento da adubação de K em solo com baixo teor inicial de K (Tabela 19). Mas no solo com alto teor inicial de K a produção não comercial aumentou até a dose de 93 kg ha⁻¹ de K₂O.

No solo com médio teor inicial de K da área de Braúna, o parcelamento do K entre o plantio e os 40DAP obteve a maior média para a produtividade não comercial apenas em relação ao tratamento com aplicação do K exclusiva no plantio e este não se diferenciou dos demais. Em São Manuel, quando se cultivou a batata-doce no solo com alto teor de K, verifica-se que a adubação de K aplicada toda no plantio proporcionou maior produtividade de raízes não comerciais em comparação com os demais (Tabela 19).

Observa-se que a adubação de K não influenciou na produtividade não comercial quando esta foi adicionada toda no plantio (Figura 11). No entanto, quando a adubação de K foi parcelada no plantio e aos 40DAP houve uma resposta quadrática positiva, apresentando um declínio até a dose de 120 kg ha⁻¹ de K₂O, em seguida observou-se um aumento da produtividade não comercial. Quando a adubação de K foi parcelada entre o plantio e os 90DAP, observou-se uma redução da produtividade não comercial com o aumento da adubação de K. Entretanto, quando a adubação de K foi disponibilizada em três vezes (plantio+40+90DAP) houve aumentos de forma linear da produtividade não comercial (Figura 11).

Assim, a adubação potássica contribuiu na redução da produtividade não comercial no experimento com baixo teor de K, somente quando o K é aplicado de forma parcelada com uma única aplicação de cobertura aos 40 DAP. Em solos com médio teor de K, verificou-se que a adubação aumenta a produtividade não comercial, e caso se faça a adubação, seria prudente a utilização do parcelamento da adubação no plantio+90DAP.

Figura 11 - Desdobramento da interação significativa entre dose x parcelamento da adubação potássica para a produtividade não comercial em solos com médio teor de K na área de São Manuel. * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.



O aumento da produtividade total e comercial das raízes e diminuição da produtividade não comercial pode ser atribuído ao aumento das doses de K aplicadas que está relacionado com o papel crucial do K de ser responsável pela translocação e armazenamento de assimilados, também contribui na manutenção da regulação osmótica nos tecidos vegetais (MARSCHNER, 1995; PRADO, 2008).

4.5 Incidência de raízes tuberosas com defeito

Verifica-se que incidência de raízes de batata-doce com defeito no solo com baixo teor de K foi o único que não apresentou a interação entre dose de K x parcelamento (Tabela 20). Este apresentou somente efeito isolado para o parcelamento, em que a recomendação mais eficaz seria a aplicação do K todo no plantio, já que este apresentou a menor incidência de raízes de batata-doce com defeito em relação aos demais.

Tabela 20 – Incidência de raízes tuberosas de batata-doce com defeitos em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

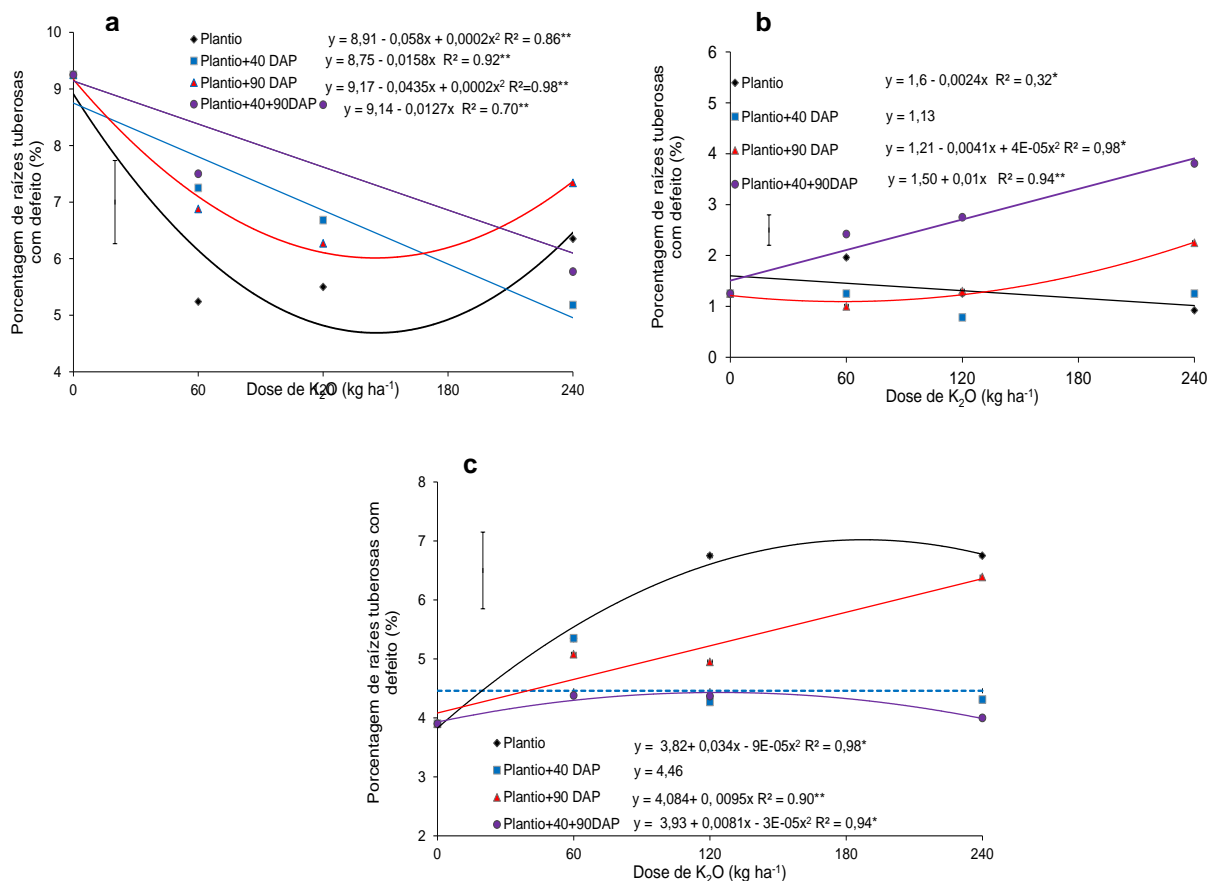
Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O	----- % -----			
0	7,17	9,25	1,25	3,90
60	8,63	6,72	1,66	4,76
120	7,15	6,79	1,52	5,09
240	7,03	6,16	2,06	5,36
Efeito	(ns)	(3)	(4)	(5)
Parcelamento ⁽²⁾				
Plantio	6,56 c	5,70 b	1,38 bc	6,28.a
Plantio+40 DAP	7,43 b	6,37 ab	1,09 c	4,27 c
Plantio+90 DAP	7,89 ab	6,83 a	1,51 b	5,47 b
Plantio+40+90 DAP	8,53 a	7,33 a	2,99 a	4,25 c
Interação DxP ⁽¹⁾	ns			
CV (%)	14.38	16.67	24.85	18.21

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP; ⁽²⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; ⁽³⁾ $y=9.01-0,03325**x + 0,000090 **x^2$ $R^2=0,88$; ⁽⁴⁾ $y=1,30+0,003022**x$ $R^2=0,84$; ⁽⁵⁾ $y=4,19+0,005611**x$ $R^2=0,81$; ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t. respectivamente.

Quando o K foi aplicado no plantio e parcelado entre o plantio e os 90DAP no solo com médio teor de K na área de Braúna, observa-se uma redução da incidência de raízes de batata-doce com defeito até a dose de 120 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 12a), após essa dose houve um incremento dessa variável. O aumento da adubação de K diminuiu a incidência de raízes de batata-doce com defeito quando foi parcelado o K entre o plantio e os 40DAP e em três vezes (plantio+40+90DAP).

Quando a adubação de K foi realizada toda no plantio apresentou um comportamento linear negativo no solo com médio teor de K na área de Braúna (Figura 12b), contribuindo com a qualidade da batata-doce, o contrário, observa-se quando a adubação de K foi parcelada em três vezes. A adubação de K não teve influencia na variável estudada quando foi parcelada entre o plantio e os 40DAP. E quando esta foi disponibilizada entre plantio e os 90DAP, houve uma redução da incidência de raízes de batata-doce com defeito quando foi realizada a menor dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O, e a partir disso houve um aumento dessa variável (Figura 12b).

Figura 12 - Desdobramento da interação significativa entre dose x parcelamento da adubação potássica para a incidência de raízes tuberosas com defeito em solos com médio teor de K na área de Braúna (a), em solos com médio teor de K na área de São Manuel (b) e em solos com alto teor de K na área de São Manuel (c). * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.



Quanto ao efeito da interação no experimento com alto K, verifica-se na Figura 12c, que a adubação de K quando disponibilizada no plantio e parcelada em três vezes aumenta a incidência de raízes de batata-doce com defeito até as doses de 189 e 135 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. Quando a adubação de K foi parcelada entre o plantio e os 40DAP, esta não teve influência na variável estudada (Figura 12c). E quando esta foi disponibilizada entre o plantio e os 90DAP aumentou de forma linear a incidência de raízes de batata-doce com defeito.

Foloni et al. (2013) verificaram que quando associou a dose de 120 kg de N ha⁻¹ com a 120 kg de K₂O ha⁻¹ na adubação de cobertura, apresentou uma redução significativa da quantidade de batata-doce imprópria para comercialização.

Estes resultados podem ser atribuídos ao K, pois ele é muito importante no papel de crescimento e desenvolvimento da planta. O seu papel na fotossíntese já

está bem documentado, aumenta a ativação enzimática, melhora a síntese de proteínas, carboidratos e lipídios, permite ainda a resistência de pragas e doenças (DKHIL et al., 2011).

Segundo Lebot (2009), plantas com deficiência de K tendem a produzir raízes tuberosas menores e finas e de baixa qualidade.

4.6 Porcentagens de MS, açúcar total, açúcar redutor e amido nas raízes tuberosas

Não houve efeito dos fatores sobre % de MS nas raízes tuberosas nos solos com baixo e alto teores iniciais de K (Tabela 21). Todavia, nos solos com médio teor inicial de K das áreas de Braúna e São Manuel, apresentaram efeito da dose de K e do parcelamento, respectivamente. A porcentagem de MS nas raízes tuberosas aumentou até a dose de 85 kg ha⁻¹ de K₂O no solo com médio teor inicial de K da área de Braúna (Tabela 21).

Tabela 21 - Porcentagem de matéria seca nas raízes tuberosas da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O	----- % -----			
0	27,98	28,40	25,83	25,59
60	30,13	29,84	25,78	24,28
120	27,89	28,57	24,78	24,96
240	27,75	27,55	24,69	25,26
Efeito	(ns)	(3)	(ns)	(ns)
Parcelamento ⁽¹⁾				
Plantio	28,23 a	28,86 a	26,26 a	23,89 a
Plantio+40 DAP	28,96 a	28,20 a	24,16 b	25,22 a
Plantio+90 DAP	28,82 a	28,82 a	24,30 b	25,63 a
Plantio+40+90 DAP	28,34 a	28,72 a	25,62 ab	24,60 a
Interação DxP ⁽²⁾	ns	ns	ns	ns
CV (%)	8,46	5,38	7,77	9,26

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP; ⁽²⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; ⁽³⁾ $y=28,66+0,012190x-0,000072x^2$ $R^2=0,68$; ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente

Quanto ao parcelamento no solo com médio K da área de São Manuel, verifica-se que houve diferença da adubação de K aplicada toda no plantio e do parcelamento em duas vezes (plantio+40DAP ou plantio+90DAP) (Tabela 21).

A massa seca é a característica que determina o maior ou menor rendimento industrial das raízes, por estar diretamente relacionada aos diversos produtos derivados da batata-doce (RÓS, 2017).

Martins et al. (2012) avaliaram a variabilidade fenotípica e a divergência genética entre 50 clones de batata-doce e encontraram valores para porcentagem de MS nas raízes variando de 24,53 a 37,53%. Eles argumentam ainda que quanto maior a porcentagem de MS nas raízes maior proporção será na extração do amido

Quanto ao açúcar total, verifica-se que somente o solo com médio K da área de São Manuel não apresentou interação entre os fatores (Tabela 22). Este apresentou efeito isolado apenas para o parcelamento, em que o tratamento plantio+90 DAP apresentou maior média para o teor de açúcar total, diferenciando da aplicação da adubação de K realizada toda no plantio.

No solo com baixo teor inicial de K verifica-se que quando a adubação de K foi parcelada no plantio+40DAP ou em três vezes não teve influência no aumento do teor de açúcar total (Figura 13a). Porém, quando a adubação foi realizada toda no plantio e parcelada no plantio+90DAP houve um aumento do teor de açúcar total até a dose de 73 e 84 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente.

Nota-se que a adubação de K não teve influência no teor de açúcar total quando foi parcelada no plantio+90DAP ou três vezes no solo com médio teor inicial K área de Braúna (Figura 13b). Porém, quando a adubação de K foi realizada toda no plantio, houve uma redução linear do teor de açúcar total. Entretanto, quando se parcelou a adubação de K entre o plantio e os 40DAP houve um aumento da porcentagem de açúcar total até a dose de 79 kg ha⁻¹ de K₂O.

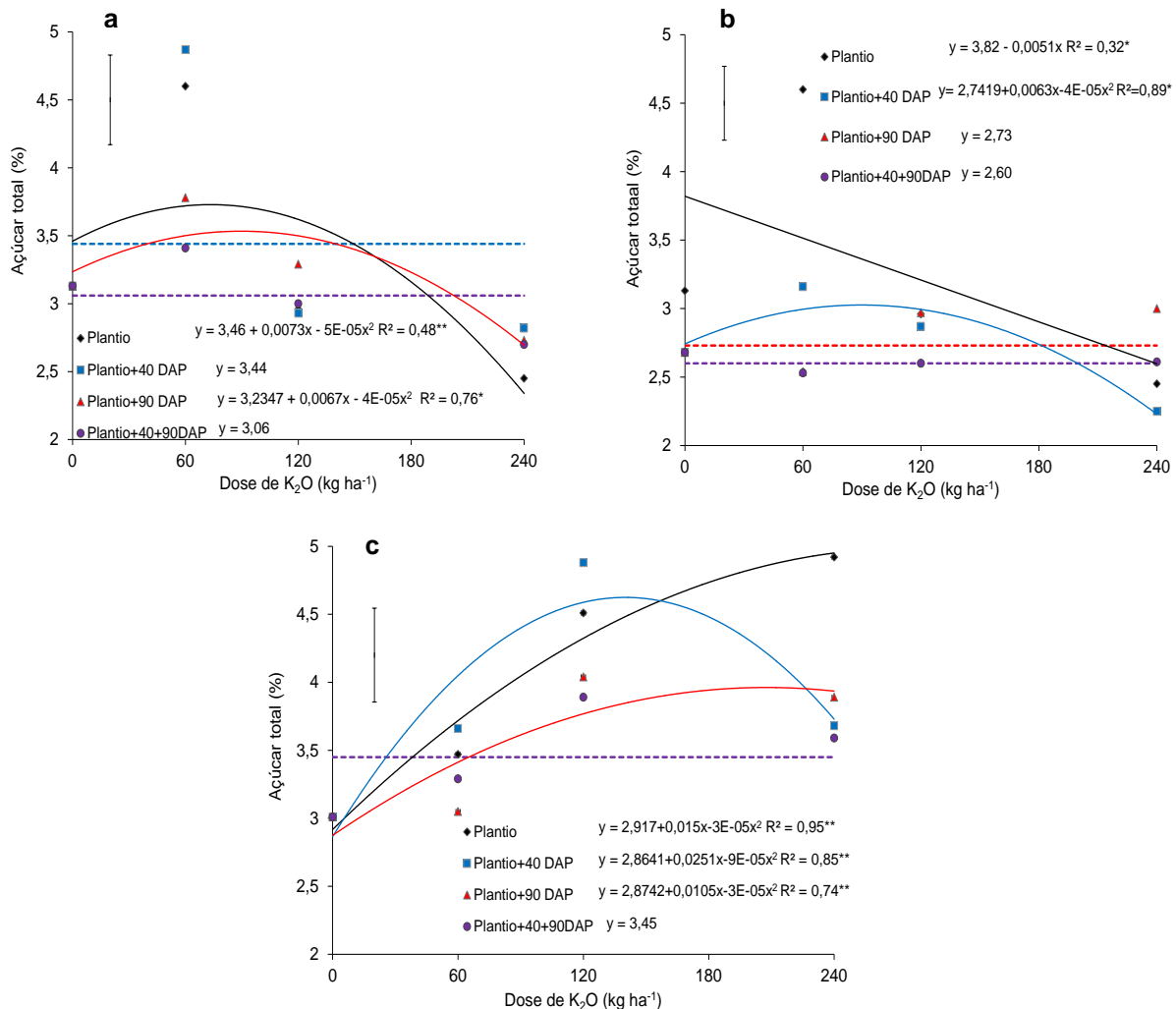
Observa-se que a adubação não teve influência no teor de açúcar total quando foi parcelada três vezes no solo com alto teor inicial de K (Figura 13c). Entretanto, quando toda a adubação de K foi feita no plantio e quando se parcelou em duas vezes (no plantio+40DAP ou plantio+90DAP) apresentaram aumentos do teor de açúcar total com as doses de 250, 139 e 175 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente.

Tabela 22 - Porcentagem de açúcar total nas raízes tuberosas da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O	----- % -----			
0	3,13	2,68	3,25	3,01
60	4,16	2,81	3,96	3,37
120	3,04	2,61	3,08	4,33
240	2,67	2,54	3,57	4,02
Efeito	(3)	(ns)	(ns)	(4)
Parcelamento ⁽¹⁾				
Plantio	3,33 ab	2,45 b	3,27 b	4,30.a
Plantio+40 DAP	3,54 a	2,76 ab	3,31 b	4,07 ab
Plantio+90 DAP	3,27 ab	2,84 a	2,91 b	3,66 bc
Plantio+40+90 DAP	3,04 b	2,58 ab	4,65 a	3,59 c
Interação DxP ⁽²⁾			ns	
CV (%)	14,25	14,68	13,82	13,34

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP; ⁽²⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; ⁽³⁾ $y=3,36+0,005507*x-0,000036*x^2$ $R^2=0,48$; ⁽⁴⁾ $y=2,90+0,015344**x-0,000044**x^2$ $R^2=0,86$; ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Figura 13 - Desdobramento da interação significativa entre as doses e o parcelamento da adubação potássica para o açúcar total presente na raiz tuberosa em solos com baixo teor de K (a), em solos com médio teor de K em Braúna (b), em solos médio teor de K em São Manuel (c), e em solos com alto teor de K (d). * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.



Quanto ao açúcar redutor, nota-se que somente o solo com baixo teor inicial de K não apresentou interação significativa (Tabela 23), e também este apresentou efeito isolado apenas para a dose, com aumento na porcentagem de açúcar redutor até a dose de 125 kg ha⁻¹ de K₂O.

A adubação de K aumentou a porcentagem do açúcar redutor em todas as formas de aplicação do adubo no solo com médio teor inicial de K da área de Braúna (Figura 14a). Sendo que quando o K foi colocado todo no plantio ou parcelado no plantio+90DAP houve aumento de forma linear da porcentagem de açúcar redutor. E quando o K foi parcelado no plantio+40DAP e em três vezes, aumentou o teor de açúcar redutor até as doses de 95 e 140 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente.

No solo com médio teor inicial de K da área de São Manuel, observa-se que a porcentagem de açúcar redutor aumentou somente no parcelamento da adubação de K em três vezes (Figura 14b).

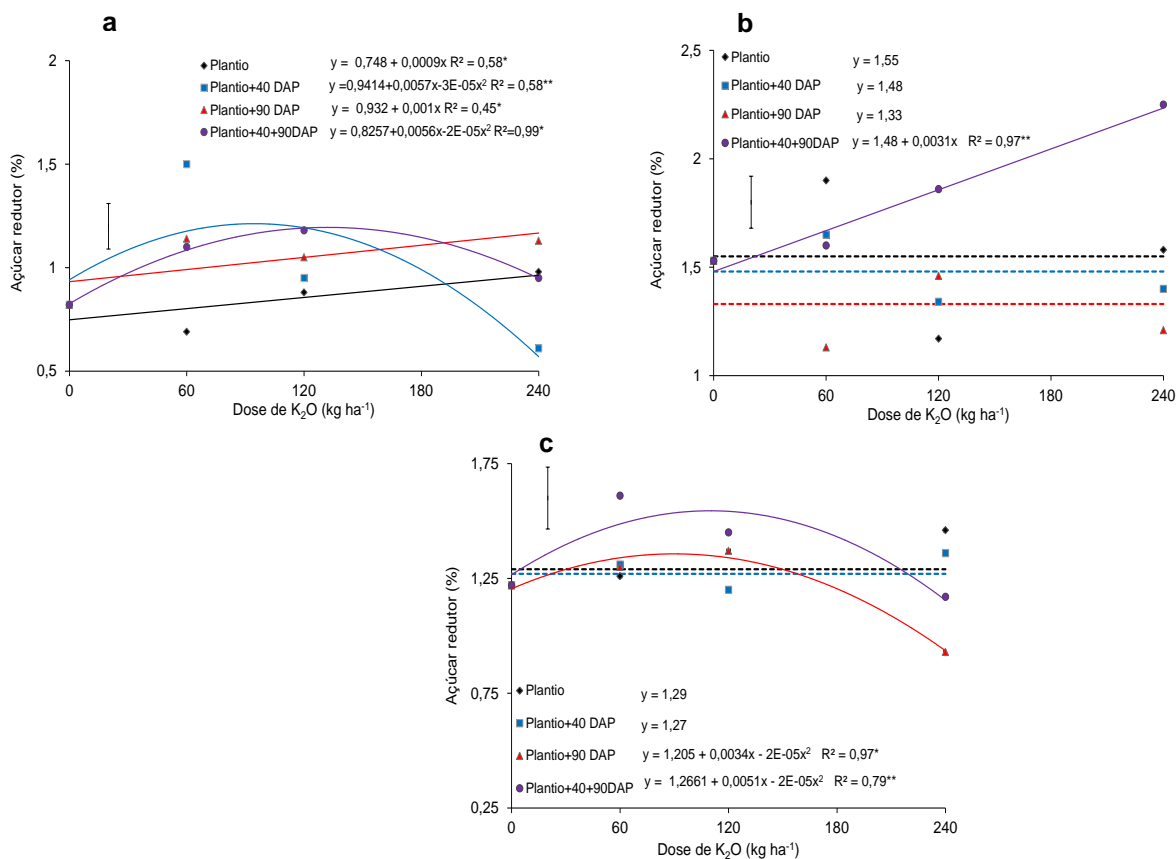
Verifica-se que a adubação de K não teve influência no teor de açúcar redutor quando foi disponibilizada toda no plantio ou parcelada no plantio+40DAP quando cultivada a batata-doce em solo com alto teor inicial de K (Figura 14c). Entretanto, quando se parcelou a adubação de K no plantio+90 DAP e em três vezes aumentou a porcentagem do açúcar redutor com as doses de 85 e 128 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente.

Tabela 23 - Porcentagem de açúcar redutor na raiz tuberosa da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O	----- % -----			
0	1,44	0,8	1,53	1,22
60	1,99	1,11	1,57	1,37
120	2,10	1,01	1,45	1,30
240	1,58	0,92	1,61	1,23
Efeito	(3)	(4)	(ns)	(5)
Parcelamento ⁽¹⁾				
Plantio	1,90 a	0,85 b	1,55 b	1,31.ab
Plantio+40 DAP	1,82 a	1,02 a	1,46 b	1,29 ab
Plantio+90 DAP	2,03 a	1,11 a	1,27 c	1,20 b
Plantio+40+90 DAP	1,81 a	1,08 a	1,90 a	1,41 a
Interação DXP ⁽²⁾	ns			
CV (%)	14,67	17,32	11,80	14,54

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP; ⁽²⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; ⁽³⁾ $y = 1,46 + 0,010741**x - 0,000043**x^2$ R² = 0,99; ⁽⁴⁾ $y = 0,85 + 0,003604**x - 0,000014**x^2$ R² = 0,70; ⁽⁵⁾ $y = 1,24 + 0,001818x - 0,000008*x^2$ R² = 0,70; ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Figura 14 - Desdobramento da interação significativa entre dose x parcelamento da adubação potássica para o açúcar redutor presente na raiz tuberosa em solos com médio teor de K na área de Braúna (a), em solos com médio teor de K na área de São Manuel (b), em solos com alto teor de K na área de São Manuel (c). * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.



A batata-doce cultivada em solo com baixo teor inicial de K não apresentou interação entre os fatores estudados para porcentagem de amido nas raízes tuberosas (Tabela 24), apesar de apresentar efeito isolado para ambos os fatores (Tabela 25). Desta forma, para a dose de K houve um aumento da porcentagem de amido até a dose de 194 kg ha^{-1} de K_2O . Quanto ao parcelamento, verifica-se que o tratamento plantio+40 DAP apresentou a maior média e este não se diferenciou quando a adubação foi realizada toda no plantio (Tabela 24).

A adubação potássica não influenciou no teor de amido da batata-doce quando foi disponibilizada toda no plantio em solo com médio teor de inicial de K na área de Braúna (Figura 15a). Porém, quando a adubação foi parcelada no plantio+40DAP e em três vezes (plantio+40+90 DAP) aumentaram de forma linear o

teor de amido. Houve uma resposta quadrática para o teor de amido quando o K foi parcelado entre o plantio e os 90DAP obtido com a dose de 158 kg ha⁻¹ de K₂O.

Tabela 24 - Porcentagem de amido nas raízes tuberosas da batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

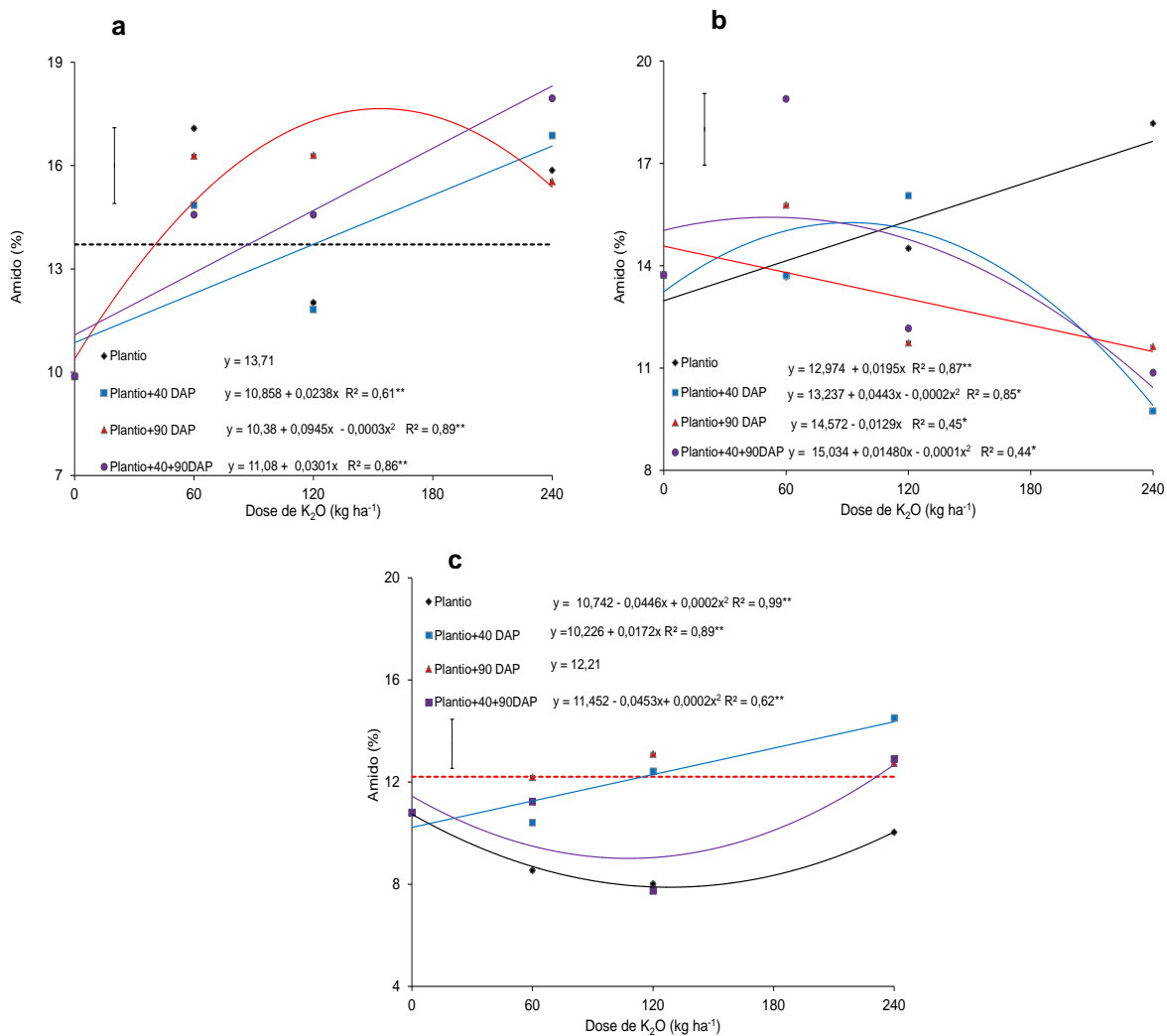
Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O	----- % -----			
0	10,80	9,88	13,73	10,80
60	13,82	15,69	15,51	10,59
120	17,55	13,68	13,62	10,31
240	17,62	16,55	12,60	12,54
Efeito	(3)	(4)	(5)	(6)
Parcelamento ⁽¹⁾				
Plantio	16,97 ab	14,99 ab	15,45 a	8,86.c
Plantio+40 DAP	17,46 a	14,51 b	13,17 b	12,45 a
Plantio+90 DAP	15,27 b	16,04 a	13,05 b	12,68 a
Plantio+40+90 DAP	15,63 b	15,70 ab	13,97 b	10,62 b
Interação Dxp ⁽²⁾	ns			
CV (%)	15,27	11,46	11,64	13,43

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP; ⁽²⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; ⁽³⁾ $y = 10,54 + 0,078333x - 0,000202x^2$ $R^2 = 0,97$; ⁽⁴⁾ $y = 10,70 + 0,053966x - 0,000128x^2$ $R^2 = 0,68$; ⁽⁵⁾ $y = 14,10 + 0,011240x - 0,000075x^2$ $R^2 = 0,60$; ⁽⁶⁾ $y = 10,88 - 0,013537x + 0,000085x^2$ $R^2 = 0,97$; ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

No solo com médio teor inicial de K da área de São Manuel, verificou-se que o teor de amido reduziu de forma linear quando parcelou a adubação de K entre o plantio e os 90DAP (Figura 15b) O comportamento contrário foi verificado quando o K foi disponibilizado todo no plantio em que aumentou de forma linear o teor de amido. Já quando a adubação de K foi parcelada no plantio+40DAP e em três vezes aumentaram os teores de amido até as doses de 111 e 74 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente.

A adubação de K não influenciou no teor de amido da batata-doce quando foi parcelado entre o plantio e os 90DAP em solos com alto teor inicial de K (Figura 15c). Porém quando foi disponibilizado o K parcelado no plantio+40DAP, apresentou um aumento linear o teor de amido. Já quando foi disponibilizada a adubação de K toda no plantio ou parcelada no plantio+40+90+DAP, apresentaram uma redução do teor de amido até a dose de 120 kg de K₂O ha⁻¹, e após essa dose apresentam incrementos crescentes.

Figura 15 - Desdobramento da interação significativa entre a dose x parcelamento da adubação potássica para a porcentagem de amido nas raízes tuberosas da batata-doce em solos com médio teor de K na área de Braúna (a), em solos com médio teor de K na área de São Manuel (b), em solos com alto teor de K na área de São Manuel (c). * e ** são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.



Os teores de amido nas raízes das plantas 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, proporcionará 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 (OLIVEIRA et al., 2005; MALAVOLTA, 1997).

Alguns autores relatam efeitos da nutrição mineral na qualidade das raízes produzidas na cultura da batata-doce. Corrêa (2016) verificou que o aumento nas

doses de potássio favoreceu o acúmulo de açúcares redutores e diminuiu o acúmulo de amido. Segundo Reis Júnior e Fontes (1996), a aplicação excessiva de K também pode reduzir a percentagem de amido, já que com o aumento a 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.

Outros autores contestam essa informação de que o potássio diminui o teor de amido, como apresentado por Kou et al, (2014), que a aplicação de K na fase inicial do período de crescimento foi benéfica para o acúmulo de amido, maltose e sacarose, em doses baixas de K contribuiu para o acúmulo de amido e carboidratos, e com as doses mais altas houve aumento de proteínas. Meng et al. (2016) verificaram que a adubação de potássio contribuiu para o aumento do teor de amido e de glicose. Liu et al. (2014), ao compararem com o tratamento controle sem adição de potássio, verificaram o acúmulo do peso seco e da produção de amido das raízes quando se aplicou o potássio no plantio, em cobertura ou aplicado no pico de crescimento. Biswal (2008) observou as características de qualidade na batata-doce, como o amido e o teor de proteínas, aumentaram com incrementos das doses de K.

De acordo com El-Baky (2010), o aumento das doses K aumentou o teor de açúcar total, amido e proteínas, obtendo os maiores valores para a qualidade das raízes tuberosas quando o potássio foi aplicado na dose de 171 kg de K_2O ha^{-1} combinado com a aplicação de 30 ppm de $ZnSO_4$.

No experimento de Liu et al. (2015), ao estudarem o efeito de diferentes doses de K no crescimento e na produtividades da batata-doce, observaram que a utilização até a dose de 225 kg de K_2O ha^{-1} de K_2O melhorou significativamente o conteúdo de amido das raízes de batata-doce, teor de açúcar solúvel e teor de proteína solúvel, mas quando K foi maior que 337,5 kg ha^{-1} de K_2O , as taxas de crescimento dos parâmetros de qualidade da batata-doce foram reduzidas.

Os valores obtidos no presente trabalho para o amido e para os açúcares totais e redutor estão de acordo com os valores encontrados na literatura por Pushpalatha et al. (2017), Uwah et al (2013), El-Baky (2010), Andrade Júnior et al. (2012), Corrêa (2016).

De acordo com Malavolta (2002), o potássio é o elemento necessário para a formação dos açúcares nas folhas e para seu transporte em outros órgãos tais como a raiz tuberosa na batata-doce, os tubérculos na batata inglesa. 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 (CORRÊA, 2016)

Segundo Pushpalatha et al. (2017), o potássio desempenha um papel importante em relação à água, energia, translocação de assimilados, fotossíntese, formação de proteínas e amido, processos metabólicos, melhora a qualidade vegetal em termos de tamanho, forma, cor, sabor e prazo de validade.

4.7 Produtividade relativa de raízes tuberosas (PR)

Nos solos com baixo, médio (São Manuel) e alto teor inicial de K, verifica-se que produtividade relativa das raízes tuberosas apresentou efeito isolado somente para o parcelamento, e que o solo com médio teor de K da área de Braúna não apresentou efeito isolado (Tabela 25). Quanto ao parcelamento, observa-se que nos solos com baixo e alto teor inicial de K, o parcelamento da adubação de K em três vezes diferenciou quando o K foi disponibilizado todo no plantio e parcelado entre o plantio e os 40 DAP. Já em solos com médio teor inicial de K, o parcelamento da adubação de K em três vezes diferenciou dos tratamentos no plantio e plantio+90DAP (Tabela 25).

Tabela 25 - Produtividade relativa de raízes tuberosas (PR) em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O	----- % -----			
60	135	120	122	93
120	138	118	124	93
240	141	101	108	92
Efeito	ns	ns	ns	ns
Parcelamento ⁽¹⁾				
Plantio	129 b	107 a	89 bc	129 b
Plantio+40 DAP	135 b	120 a	99 ab	135 b
Plantio+90 DAP	139 ab	114 a	78 c	139 ab
Plantio+40+90 DAP	149 a	110 a	104 a	149 a
Interação DxP ⁽²⁾	ns	ns	ns	ns
CV (%)	9,90	18,97	16,97	9,90

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP; ⁽²⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

4.8 Eficiência de uso do K aplicado (EU)

Todos os solos cultivados com batata-doce apresentaram efeito somente do parcelamento para a eficiência de uso do K aplicado (Tabela 26). Nos solos com baixo e médio (São Manuel) teor inicial de K, o parcelamento do adubo em três vezes mostrou maior eficiência do uso do K aplicado em comparação com os demais. Enquanto que o solo com médio teor inicial de K da área de Braúna, o parcelamento do adubo em duas vezes (plantio+40DAP e plantio+90DAP) foi mais eficiente. Já o solo com alto teor inicial de K o parcelamento do K em três vezes diferenciou quando foi aplicado todo no plantio ou parcelado entre o plantio e os 90 DAP (Tabela 26).

De modo geral, em solos com a disponibilidade inicial de alto teor de K apresentaram uma menor produtividade relativa e uma menor eficiência de uso do K aplicado, em comparação com os demais solos no estudo. Isso pode ter acontecido pelo fato de que o teor de K disponível inicialmente veio a suprir a demanda pela cultura, fato este também observado para a produtividade comercial (Tabela 18).

Tabela 26 - Eficiência de uso do K aplicado (EU) pelas plantas de batata-doce em função das doses e do parcelamento da adubação potássica.

Tratamentos	Braúna 2016/17		São Manuel 2017/18	
	Baixo K	Médio K	Médio K	Alto K
Dose de K ₂ O	----- Kg kg ⁻¹ -----			
60	89	43	66	- 28
120	48	19	37	-14
240	27	- 6	5	-7
Efeito	ns	ns	ns	ns
Parcelamento ⁽¹⁾				
Plantio	44 c	9 b	15 d	- 36 b
Plantio+40 DAP	54 b	28 a	44 b	1 a
Plantio+90 DAP	49 bc	27 a	30 c	- 39 b
Plantio+40+90 DAP	71 a	12 b	55 a	7 a
Interação DxP ⁽²⁾	ns	ns	ns	ns
CV (%)	13,83	34,58	18,24	- 43,98

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade. ⁽¹⁾ Plantio = 100% da dose aplicada no plantio; Plantio+40 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 40 DAP; Plantio+90 DAP = 1/2 da dose aplicada no plantio e 1/2 aplicada em cobertura aos 90 DAP; Plantio+40+90 DAP = 1/3 da dose aplicada no plantio, 1/3 aplicada em cobertura aos 40 DAP e 1/3 aplicada em cobertura aos 90 DAP; ⁽²⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 doses x 4 formas de parcelamento da adubação potássica; ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Também se observa nas Tabelas 25 e 26 que o parcelamento em três vezes foi o mais eficiente.

Ren et al (2015) estudaram o efeito de diferentes períodos de aplicação do potássio na produtividade e sua eficiência na batata-doce. Eles constataram que quando o potássio foi aplicado todo no plantio, apresentou resultados significativos para a eficiência do uso de potássio e o índice de colheita.

5 CONCLUSÃO

O crescimento das plantas, em termo de biomassa produzida, aumenta em solos com baixo e médio teor inicial de K, até as doses de 145 e 115 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. Em solos com alto teor inicial de K ($\geq 3,0$ mmol_c dm⁻³), a adubação potássica não contribuiu para o acúmulo de MS da planta, mas reduz o acúmulo de biomassa nas raízes tuberosas.

Em solo com baixo teor inicial de K a produtividade comercial aumenta até os 171 kg ha⁻¹ de K₂O, e em solos com médio teor inicial de K o aumento da produtividade comercial ocorre até as doses entre 106 e 111 kg ha⁻¹ de K₂O. Porém, sob alta disponibilidade inicial de K a produtividade comercial reduz com a adubação potássica até a dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O.

O parcelamento da adubação com K em três vezes (plantio+40+90DAP) mostrou-se mais eficiente para incrementar a produtividade comercial da batata-doce em todos os solos estudados.

REFERÊNCIAS

ABIDIN, P.E.; CAREY, E.; MALLUBHOTLA, S.; SONES, K.. **Sweetpotato cropping guide**. Nairobi (Kenya). Africa Soil Health Consortium. ISBN 978-1-78639-315-9. 62 p. 2017.

AFUAPE, S. O. **Information book on sweetpotato root quality requirements for enterprise utilization**. Sweet potato Programme, National Root Crops Research Institute (NRCRI) Umudike, Abia State, Nigeria. 2014.

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

AL-EASILY, I. A. **Response of some sweet potato cultivars to different agricultural treatments under sandy soil conditions**. M. Sc. Theisis, Fac. Agric., Zagazig Univ., Egypt, 2002.

ANDRADE JÚNIOR, V. C.; VIANA, D. J. S.; PINTO NAVD; 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**. v.30, p. 584-589, 2012.

AUSTIN, D. F. The taxonomy, evolution and genetic diversity of sweet potatoes and related wild species. **Exploration, maintenance, and utilization of sweetpotato genetic resources**. International Potato Center, Lima, Peru, p. 27-60, 1988.

BANSAL, S. K.; TREHAN, S. P. Effect of potassium on yield and processing quality attributes of potato. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**. v.24, n.1, p.48-54, 2011.

BARBER, S. A. Mecanismos de absorção do potássio por plantas no solo. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, Londrina: Fundação IAPAR, p. 213-226, 1982.

BARKER, A. V.; PILBEAM, D. J. **Handbook of plant nutrition**. 773 p, 2007.

BARRERA, P. **Batata-doce**: uma das doze mais importantes culturas do mundo. São Paulo: Ícone Editora, (Coleção Brasil Agrícola), 91p, 1986.

BOURKE, R. M. Influence of nitrogen and potassium fertilizer on growth of sweet potato (*Ipomoea batatas*) in Papua New Guinea. **Field Crops Research**, v. 12, p. 363-375, 1985.

BOUWKAMP, J. C. **Sweet potato products: a natural resource for the tropics**. Florida: CCR PRESS. 271 p, 1985.

BRITO, C. H. D.; OLIVEIRA, A. P. D. U.; ALVES, A. U.; DORNELES, C. S.; dos Santos, J. F.; NÓBREGA, J. P. Produtividade da batata-doce em função das doses de K₂O em solo arenoso. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 320-323, 2006.

BYJU, G.; GEORGE, J. Potassium nutrition of sweet potato. **Advances in Horticultural Science**.v.19, p.221-239, 2005.

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

CASTRO, L. A. S **Instruções para plantio de mudas de batata-doce com alta sanidade**. Embrapa Clima Temperado-Documentos (INFOTECA-E), 2010.

CEAGESP<<http://www.ceagesp.gov.br/comunicacao/noticias/batata-doce-rosada-contribui-para-aumento-de-massa-corporal/>> Acesso em 20 de maio de 2017.

CECÍLIO FILHO, A. B ; NASCIMENTO, S ; SILVA, A. S ; VARGAS, P. F. Agronomic performance of sweet potato with different potassium fertilization rates. **Horticultura Brasileira**, v.34, n.4, p.588-592, 2016.

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**: culturas de tuberosas amiláceas latino-americanas, vol. 1. Fundação Cargill, São Paulo, 2001.

CIP - CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. **Facts and figures about sweet potato**. Lima: CIP, 2010. Disponível em: <<https://cipotato.org/sweetpotato/>> Acesso em: 17 maio. 2017.

CONTI, M. E. **Dinámica de la liberación y fijación de potássio en el suelo**. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina, disponível em: www.ppi.org, acesso em 25 de jun de 2017, v. 17, n. 07, 2002.

CORRÊA, C. V. **Produção e qualidade de batata-doce em função das doses e parcelamento da adubação potássica**. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Horticultura, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2016.

CORRÊA, C. V., GOUVEIA, A. M. D. S., LANNA, N. D. B. L., TAVARES, A. E. B., MENDONÇA, V. Z., CAMPOS, F. G.; EVANGELISTA, R. M. The split application of potassium influence the production, nutrients extraction, and quality of sweet potatoes. **Journal of Plant Nutrition**, v. 41, n. 16, p. 2048-2056, 2018.

CORRÊA, C. V.; GOUVEIA, A.; TAVARES, A. E.; EVANGELISTA, R.; CARDOSO, A. Conservação de raízes de batata-doce em função do parcelamento da adubação potássica. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 10, n. 1, p. 65-73, 2014.

COUTINHO, E. L. M.; NATALE, W.; SOUZA, E. C. A. Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. In: Simpósio sobre nutrição e adubação de hortaliças, 1990, Jaboticabal. **Anais...**Piracicaba: Potafos. p. 85-132, 1993.

CURI, N.; KÄMPF, N.; MARQUES, J.J. Mineralogia e formas de potássio em solos brasileiros. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. (Ed.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa e do Fosfato. p. 71-86, 2005.

DKHIL, B. B.; DENDEN, M. ; ABOUD, S. Foliar potassium fertilization and its effect on growth, yield and quality of potato grown under loam-sandy soil and semi-arid conditions. **Internatinal Journal of Agriculture Research**. v.6, p.593-600, 2011.

ECHER, F. R., CRESTE, J., ; DE LA TORRE, E. J. R. **Nutrição e adubação da batata-doce**. Presidente Prudente: Universidade do Oeste Paulista. 94p, 2015.

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**, v. 27, n. 2, p. 171-175, 2009a.

ECHER, F. R.; DOMINATO, J. C.; CRESTE, J. E. Absorção de nutrientes e distribuição da massa fresca e seca entre órgãos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**. v. 27, p. 176-182, 2009b.

EL-BAKY, A.; AHMED, A. A.; EL-NEMR, M. A.; ZAKI, M. F. Effect of potassium fertilizer and foliar zinc application on yield and quality of sweet potato. **Research Journal of Agriculture & Biological Sciences**, v. 6, n. 4, p. 386-394, 2010.

EL-SEIFI, S. K.; HASSAN, M. A.; SERG, S. M.; EL-DEEN, U. S.; MOHAMED, M. A. Effect of calcium, potassium and some antioxidants on growth, yield and storability of sweet potato. **Annals of Agriculture Science Moshtohor Journal**. v.52,n.1, 2014.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS/UFV. p. 551-594, 2007.

FAO<<http://www.fao.org/faostat/en/#search/sweet%20potatoes>> Acesso em 15 de maio de 2017.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE.183.p, 2005.

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

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

FIRMANO, R. F. **Efeito residual da adubação potássica nas formas do nutriente no solo**. 120 f. Dissertação (Mestrado) - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 2017.

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, n. 1, p. 117-126, 2013.

FONTES, P. C. R. Alface. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V H. **Recomendações para usos de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, 177 p, 1999.

GEORGE, M. S., LU, G., ; ZHOU, W Genotypic variation for potassium uptake and utilization efficiency in sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). **Field Crops Research**, v. 77, n. 1, p. 7-15, 2002.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; HÜBNER, A. P.; LUNKES, A.; GUIDINI, E. ; AMARAL, E. B. Liberação fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. **Pesq. Agropec. Bras**, v. 3, p.:1097-1104, 2003.

GINCHUKI, S.; BERENYI, M.; ZHANG, D. P.; HERMANN, M.; SCHMIDT, J.; GLÖSSL, J.; BURG, K. Genetic diversity in sweet potato (*Ipomoea batatas*(L.) Lam.) in relationship to geographic sources as assessed with RAPD markers. **Genetic Resources and Crop Evolution**. v. 50, p. 429-437, 2003.

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

HUNG, J. C.; SUN, M. Genetic diversity and relationship sweet potato and its wild relatives in *Ipomoea* series *batatas* (Convolvulaceae) as revealed by inter-simple

sequence (ISSR) and restriction analysis of chloroplast DNA. **Theoretical Applied Genetics**. v.100, p. 1050-1060, 2000.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>> Acesso em 02 de set 2018.

JOSEPH, H. **La Patate Douce a Démontré ses Vertus Santé**, 2006. Disponível em :<http://www.lanutrition.fr/communaute/opinions/interviews/henry-joseph-la-patatedouce-a-demontre-ses-vertus-sante.html>. Acesso em 10 de novembro de 2018.

KAYS, S. J.; MAGNUSON, C. E.; FARES, Y. Assimilation patterns of carbon in developing sweet potatoes using ¹¹C and ¹⁴C. In VILLAREAL, R. L e GRIGS, . D. (eds.) **Sweet Potato**: Proceeding of the first Internacional Symposium. AVRDC Publication.Taiwan.p.95-118, 1982.

KIEHL, E. J. **Novo Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba: 1ª edição do autor, 248.p, 2010.

KOU, M.; ZHANG, Y.; LIU, Y.; WANG, X.; TANG, W.; YAN, H.; LI, D. Effects of applying potassium at different stages on yield and quality of edible sweet potato. **Acta Agricultura e Boreali-Sinica**.v.1, 2014.

LEBOT, V. **Tropical root and tuber crops**: cassava, sweet potato, yams, and aroids. Wallingford : CABI, (Crop Production Science in Horticulture, 17). 432 p, 2009.

LIU, H.; YAO, H.; SHI, C.; ZHANG, L. Effect of potassium application time on starch accumulation and related enzyme activities of sweet potato variety Jixu 23. **Scientia Agricultura Sinica**, v. 47, n. 1, p. 43-52, 2014.

LIU, Y.; YANG, S.; SHI, Y.; LIU, Q. Effects of potassium chloride on growth characteristics and yield of sweet potato. **Acta Agricultura e Boreali-Sinica**. v.3, 2015.

LOPES, A. **Manual Internacional de Fertilidade do Solo**. 2ª edição. Editora Potafos, Piracicaba–SP, 1998.

LORENZI, J. O.; MONTEIRO, P. A.; MIRANDA FILHO, H. S.; HAIJ, B. van. Raízes e tubérculos. In: RAIJ, B. van. CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. eds. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas. Instituto Agronômico de Campinas. p. 221-229, 1997.

MALAVOLTA, E. Potássio – Absorção, Transporte e Redistribuição na planta. In: Tsuioshi Yamada; Terry L. Roberts. (Org.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p. 179-238, 2005.

MALAVOLTA, E. Potássio: absorção, transporte e redistribuição na planta. **Informações Agronômicas**, v. 108, p. 1-16, 2004.

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

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

MARSCHNER, H. **Functions of mineral nutrients: macronutrients**,. In: H. Marschner (ed.). *Mineral nutrition of higher plants* 2nd Edition. Academic Press, N.Y. p. 299-312, 1995.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: 2. ed Academic Press, 1997.

MARTIN, P. Long-distance transport and distribution of potassium in crop plants. *Methods of K research in plants*. **College of International Potash Institute**, v. 21, p. 83-100, 1989.

MARTINS, E. C. A.; PELUZIO, J. M.; COIMBRA, R. R., DE OLIVEIRA JUNIOR, W. P. Variabilidade fenotípica e divergência genética em clones de batata doce no estado do Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 691-697, 2012.

MENG, W.; ZENGGUO, F.; BIN, L.; LUSHENG, Z.; JUNLIANG, L. Effects of Combined Application of Nitrogen and Potassium Fertilizer on Yield and Quality of Fresh-eating Sweet Potato in Soil with High Fertility **Acta Agricultura e Boreali-Sinica** , v.31,n.5, p.:199-2014, 2016.

MENG, W.; ZENGGUO, F.; BIN, L.; LUSHENG, Z.; JUNLIANG, L. Effects of Combined Application of Nitrogen and Potassium Fertilizer on Yield and Quality of Fresh-eating Sweet Potato in Soil with High Fertility **Acta Agricultura e Boreali-Sinica** , v.31,n.5, p.:199-2014, 2016.

MENGEL, K. Fatores e processos que afetam as necessidades de potássio das plantas. In: Simpósio sobre potássio na agricultura brasileira, **Anais...**Londrina: Instituto da potassa & fosfato: Instituto Internacional da potassa. p. 195-226, 1982.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition** (4th Edn), International Potash Institute, Bern, Switzerland, 687p, 1987.

MEURER, E.J. Potássio. In: FERNANDES, M.S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2006. p.281-298.

MIELNICZUK, J. Adubação nitrogenada. In: OSORIO, E. A. **Trigo no Brasil**. Campinas: Fundação Cargil, 1982.

MIRANDA, J. E. C.; FRANÇA, F. H.; CARRIJO, O. A.; SOUZA, A.F.; PEREIRA, W.; LOPES, C. A.; SILVA, J. B. C. **A cultura da batata-doce**. Brasília: EMBRAPA-CNPQ. (Coleção Plantar). 94 p, 1995.

MONTEIRO, D. A.; PERESSIN, V. A. Batata-doce e Cará. In: RAIJ B; CANTARELLA H; QUAGGIO, J. A; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem**

para o Estado de São Paulo. 2 ed. Campinas: Instituto Agronômico/Fundação IAC, 285 p. (Boletim técnico 100), 1997.

MONTES, A. **Cultivos de hortaliças del trópico**. Tegucigalpa, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, 208 p. 1998.

NACHTIGALL, G. R.; RAIJ, B. Van. Análise e interpretação do potássio no solo.. In: Tsuioshi Yamada; Terry L. Roberts. (Org.). **Potássio na agricultura brasileira**.. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. p. 93-118, 2005.

NAIR, D. B.; NAIR, V. M. Nutritional studies in sweet potato. **Journal of Root Crops** v.18 , p.53-57, 1992.

NASCIMENTO, S. M. C. **Nutrição mineral e produtividade da batata-doce biofortificada em função de doses de fósforo e potássio**. 51 p. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias., 2013.

NELSON, N. A. A photometria adaptation on of the Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biology Chemistry**, v. 53, p. 373-380, 1994.

O'SULLIVAN, J. N.; ASHER, C. J.; BLAMEY, F. P, C. **Nutrient disorders of sweet potato**. ACIAR, Monograph nº48, Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, 136 p, 1997.

OKWUOWULU, P. A.; ASIEGBU, J. E. Influence of potassium and harvest age on the storability of four sweet potato varieties. **Journal Sustainable Agriculture and the Environment**.v.2, n.2, p. 74-181, 2000.

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

PADMAJA, G. Uses and nutritional data of sweetpotato. In: **The sweetpotato**. Springer, Dordrecht,. p. 189-234. 2009.

PEIXOTO, J. R.; BERNARDES, S. R.; SANTOS, C. M. dos; BONNAS, D. S.; FIALHO, J. de. F.; OLIVEIRA, J. A. Desempenho agrônômico de variedades de mandioca mansa em Uberlândia, MG. **Revista Brasileira de Mandioca**, v.18, p.19-24, 2005.

PEREIRA, H. S. Fósforo e potássio exigem manejos diferenciados. **Visão Agrícola** n. 9, p.43-44, 2009.

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,. p. 59-61. 2014.

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

PRADO, R. M; CECÍLIO FILHO, A. B. **Nutrição e adubação de hortaliças** / Renato de Mello Prado, Arthur Bernardes Cecílio Filho. - Jaboticabal: FCAV/CAPEL, 600 p, 2016.

PUSHPALATHA, M.; VAIDYA, P. H.; ADSUL, P. B. Effect of graded levels of nitrogen and potassium on yield and quality of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). **Internacional Journal of Current Microbiology Applied Sciences**. v.6, n.5 p.1689-1696, 2017.

QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônômico de Campinas, 111p, 2000.

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**. v.25, p. 371-374, 2007.

RAIJ, B. van. Disponibilidade de potássio em solos do Brasil. In: Simpósio sobre potássio na agricultura brasileira. Londrina. **Anais...** Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, Instituto Internacional da Potassa. p. 67-76, 1982.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba. Ceres. 343 p. 1991.

RAIJ, B. van. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campina: IAC, 1996.

RAIJ, B. van.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: IAC, 285 p. 2001.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 7ª ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 856 p, 2007.

RAVI, V.; INDIRA, P. Crop physiology of sweetpotato. **Horticultural reviews**, v. 23, p. 277-338, 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.

REIS JÚNIOR, R. A.; MONNERAT, P. H. Exportação de nutrientes nos tubérculos de batata em função de doses de sulfato de potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 360-364, 2001.

REN, G.; SHI, C.; YAO, H. ; LIU, H.;. SUN, Z.; Effects of potassium application period on the yield and potassium utilization efficiency of sweet potato. **Soil and Fertilizer Sciences in China**. v.5, 2015.

RÓS, A B; FERNANDES, A. M; MONTES, S. M. N. M; FISCHER, I. H; LEONEL, M; FRANCO, C. M. L; Batata-doce (Ipomoea batatas) Em: LEONEL; M; FERNANDES, A. M; FRANCO,C. M. L . (Org.). **Culturas amiláceas**: batata-doce, inhame,

mandioca e mandioquinha-salsa. 1ed. Botucatu - SP. : Industria gráfica GR e editora Ltda. p. 15-96, 2015.

RÓS, A. B. Produtividade e formato de raízes tuberosas de batata-doce em função do número de gemas enterradas. **Científica**, v. 45, n. 3, p. 253-256, 2017.

RÓS, A. B.; NARITA, N.; HIRATA, A. C. S. Produtividade de batata-doce e propriedades físicas e químicas de solo em função de adubação orgânica e mineral Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 205-214, 2014.

ROSOLEM, C. A. Interação do potássio com outros íons. In: Tsuioshi Yamada; Terry L. Roberts. (Org.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p. 239-260, 2005.

ROSOLEM, C. A.; NAKAGAWA, J.; MACHADO, J. R. Efeitos de modos de aplicação, doses e fontes de potássio na produção da soja [Glycinemax]. **Revista de Agricultura (Brasil)**..(Jun, v. 54, n. 1-2, p. 13-19, 1979.

ROSOLEM, C. A.; SGARIBOLDI, T.; GARCIA, R. A.; CALONEGO, J. C. Potassium leaching as affected by soil texture and residual fertilization in tropical soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Athens, v. 41, p. 1934-1943, 2010.

RUIZ, H. A.; MIRANDA, J.; CONCEIÇÃO, J. C. S. Contribuição dos mecanismos de fluxo de massa e de difusão para o suprimento de K, Ca, Mg às plantas de arroz. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p.1015-1018, 1999.

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

SANTOS, J.F.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; DORNELAS, C. S. M.; BRITO, C. H.; NÓBREGA, J. P. R. Produção de batata-doce adubada com esterco bovino em solo com baixo teor de matéria orgânica. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 103-106, 2006

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. **Cultura da Batata-doce** (*Ipomoea batatas* L.), Brasília: EMBRAPA-CNPQ, n.6. 2008.

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. Cultura da batata-doce. In: CEREDA, M. P. (coord.). **Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, v.2, p.448-504, 2002.

SOARES, K. T; MELO, A. S.; MATIAS, E. C.; **A cultura da batata doce** (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). Documento 41, Emepa-PB (Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba SA), Joao Pessoa, Brasil, 26 p, 2002.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda fácil editora, 842 p, 2006.

SPARKS, D. L.; HUANG, P. M. Physical chemistry of soil potassium. **Potassium in agriculture**, n. potassium in agriculture, p. 201-276, 1985.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre, Artmed.559 p, 2004.

TREHAN, S. P.; GREWAL, J. S. Effect of time and level of potassium application on tuber yield and potassium composition of plant tissue and tubers of two cultivars. In **Potato production, marketing, storage and processing**. Indian Agricultural Research Institute. (IARI).New Delhi, 1990.

TROEH, F. R.,; THOMPSON, L. M. **Solos e fertilidade do solo**. 6. ed. Andrei. São Paulo, 718p, 2007.

TSUNO, Y.; FUJISE, K. Studies on dry matter production of sweet potato. **Bull. Natl. Inst. Agric. Sci.**, v.13, p.1-31, 1965.

UWAH, D. F.;UNDIE, U. L.; JOHN, N. M.; UKOHA, G. O. Growth and yield response of improved sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) varieties to different rates of potassium fertilizer in Calabar, Nigeria. **Journal of Agricultural Science**, v. 5, n. 7, p. 61, 2013.

van de FLIERT, E.; BRAUN, A. R. **Escola de campo de agricultores para el manejo integrado del cultivo de camote**: guía de campo Y manual técnico. Bogor, Indonesia: CIP, 106 p, 2001.

VILELA, L.; SOUSA, D. M. G.; SILVA, J. E. Adubação potássica. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Eds.) **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2nd ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 416 p. 2004.

WANG, S.; LIU, Q.; SHI, Y.; LI, H. Research of Potassium Application on Sweet Potato in Integration of Water and Fertilizer Conditions.**Acta Agriculturae Boreali-Sinica**, v. 5, p. 032, 2016.

WEE, R. Y<<http://www.worldatlas.com/articles/top-sweet-potato-growing-countries.html>> Acesso em 18 de maio de 2017.

WERLE, R.; GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2297-2305, 2008.

WOOLFE, J. A. **Sweet potato**: an untapped food resource. Cambridge University Press, 1992.

WORLD CROPS <<https://worldcrops.org/crops/sweet-potato>> Acesso em 15 de maio de 2017.

YEN D. E. Sweetpotato in historical perspective. In: Villareal R.L. and Griggs T.D. (eds), **Sweet Potato**, Proceedings of First International Symposium. AVRDC Publ. n. 82–172, Tainan, Taiwan, p. 17–30, 1982.

ZHANG, D. P., CARBAJULCA, D., OJEDA, L., ROSSEL, G., MILLA, S., HERRERA, C.; GHISLAIN, M. Microsatellite analysis of genetic diversity in sweetpotato varieties from Latin America. **CIP Program report**, v.2000, n.2000, p. 295-301, 1999.

ZHANG, D. P.; CERVANTES, J.; HUAMAN, E.; CAREY, E.; GHISLAIN, M. Assessing genetic diversity of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) cultivars from tropical America using AFLP. **Genetic Resources and Crop Evolution**.v.47, n.6, p. 659–665, 2000.