

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

**DOSES E PARCELAMENTO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA CULTURA
DA BATATA (*Solanum tuberosum* L.)**

ANDRÉ LUIZ GOMES JOB

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

Botucatu-SP
Agosto de 2014

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

**DOSES E PARCELAMENTO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA CULTURA
DA BATATA (*Solanum tuberosum* L.)**

ANDRÉ LUIZ GOMES JOB

Orientador: Prof. Dr. Rogério Peres Soratto

Coorientador: Dr. Adalton Mazetti Fernandes

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

Botucatu-SP
Agosto de 2014

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

J64d Job, André Luiz Gomes, 1979-
Doses e parcelamento da adubação potássica na cultura da batata (Solanum tuberosum L.) / André Luiz Gomes Job. - Botucatu : [s.n.], 2014
ix, 59 f. : ils. color., grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2014
Orientador: Rogério Peres Soratto
Coorientador: Adalton Mazetti Fernandes
Inclui bibliografia

1. Batata - Cultivo. 2. Adubação. 3. Potássio. I. |
Soratto, Rogério Peres. II. Fernandes, Adalton Mazetti.
III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu. IV. Título.

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “DOSES E PARCELAMENTO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA
CULTURA DA BATATA (*Solanum tuberosum* L.)”

ALUNO: ANDRÉ LUIZ GOMES JOB

ORIENTADOR: PROF. DR. ROGERIO PERES SORATTO

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA:



PROF. DR. ROGERIO PERES SORATTO



PROF. DR. THIAGO LEANDRO FACTOR



PROF. DR. ROBERTO LYRA VILLAS BOAS

Data da Realização: 01 de agosto de 2014.

Ofereço aos meus pais, Osmar Job e Cleusa Maria Gomes Job, meu exemplo de vida, obrigado pelos valores, educação e por acreditarem em mim. Meu infinito agradecimento.

Meu amigo, confidente irmão Alexandre Gomes Job, por sempre torcer pelo meu sucesso e pelas palavras de apoio.

Aos meus estimados sogros Mateus e Solidéia, pela inenarrável força, pelas orações e palavras de apoio.

Aos queridos Moacir, Maria, Jayme Neto, Adriana, Marcos e Elen, aos poucos nos tornamos mais que amigos, quase irmãos. Presenciaram minha batalha e tantas vezes me direcionava palavras de incentivo. Obrigado por dividirem comigo, as angústias e alegrias.

Em especial, minha esposa Karina Stort de Paula Job, por ser tão importante na minha vida. Sempre a meu lado, me pondo pra cima e me fazendo acreditar que posso mais que imagino. Devido a seu companheirismo, amizade, paciência compreensão, apoio, alegria e amor, este trabalho pôde ser concretizado. Obrigado por ter feito do meu sonho, o nosso sonho.

“Ninguém vence sozinho”!

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo, a Deus. Sem a sua presença, esta pesquisa seria inviável, pois é dele proveniente todo o conhecimento.

Ao Prof. Dr. Rogério Peres Soratto. A você, minhas reais manifestações de admiração, respeito e carinho. Muito obrigado pelo profissionalismo, pela amizade e pela disponibilidade, que sempre revelou para comigo. O seu apoio foi determinante para que eu chegasse ao fim deste trabalho, com um enorme sentimento de satisfação.

A todos os professores do Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal, em especial ao Prof. Dr. Carlos Alexandre Costa Crusciol e Prof. Ciro Antônio Rosolem. Pelas colaborações e companheirismo.

A todo o corpo docente da pós-graduação, pelos conhecimentos divididos.

Ao grupo Ioshida pela concessão da área e por todo suporte logístico para condução do experimento.

Ao amigo Dr. Adalton Mazetti Fernandes, pelas valiosas contribuições na coorientação e na realização deste trabalho.

Os colegas de pós-graduação, e aos amigos Emerson, Saulo Fernandes, Luiz e Pedro.

Ao grupo de funcionários da biblioteca, do Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal, pela atenção dedicada.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPQ), pelo apoio financeiro, concedido por meio de bolsa de estudo.

A todos, enfim, reitero o meu apreço e a minha eterna gratidão.

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	V
LISTA DE TABELAS	VI
LISTA DE FIGURAS	IX
1 RESUMO	1
2 SUMMARY	3
3 INTRODUÇÃO.....	5
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
5.1 Caracterização das áreas experimentais.....	12
5.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	14
5.3 Caracterização da cultivar.....	15
5.4 Instalação e condução dos experimentos	15
5.5 Avaliações.....	19
5.5.1 Diagnose foliar	19
5.5.2 Acúmulo de Massa de matéria seca e extração de nutrientes	20
5.5.3 Número por planta, peso médio, produtividade e classificação dos tubérculos	20
5.5.4 Porcentagem de Massa de matéria seca e exportação de nutrientes pelos	
tubérculos.....	20
5.5.5 Produtividade relativa de tubérculos.....	21
5.6 Análise estatística	21
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6.1 Diagnose foliar.....	22
6.2 Quantidade de Massa da matéria seca acumulada e extração de nutrientes	31
6.3 Número de tubérculos por planta, peso médio e produtividade de tubérculos	39
6.4 Porcentagem de Massa de matéria seca nos tubérculos	45
6.5 Exportação de nutrientes pelos tubérculos.....	46
7. CONCLUSÕES	52
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Características químicas e granulométricas dos solos das áreas experimentais, na profundidade de 0 a 0,20 m. Média de quatro repetições.	14
Tabela 2. Cronograma das atividades realizadas nos três experimentos.	16
Tabela 3. Tratamento fitossanitário empregado no experimento I.	17
Tabela 4. Tratamento fitossanitário empregado no experimento II.	18
Tabela 5. Tratamento fitossanitário empregado no experimento III.	19
Tabela 6. Teores médios de N e P na folha diagnose da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.	22
Tabela 7. Desdobramento da interação significativa entre dose e parcelamento da adubação potássica para teor de P na folha diagnose (Exp. III) da cultura da batata.	23
Tabela 8. Teores médios de K e Ca na folha diagnose da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.	24
Tabela 9. Desdobramento da interação significativa entre dose e parcelamento da adubação potássica para teor de Ca na folha diagnose (Exp. III) da cultura da batata.	26
Tabela 10. Teores médios de Mg e S na folha diagnose da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.	27
Tabela 11. Desdobramento da interação significativa entre dose e parcelamento da adubação potássica para teor de Mg na folha diagnose (Exp. I) da cultura da batata.	28
Tabela 12. Teores médios de B e Cu na folha diagnose da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.	29
Tabela 13. Teores médios de Fe e Mn na folha da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.	29
Tabela 14. Teores médios de Zn na folha da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.	30

Tabela 15. Quantidade de massa da matéria seca acumulada nas raízes e parte aérea da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.....	31
Tabela 16. Quantidade de massa da matéria seca acumulada nos tubérculos e na planta inteira da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.....	32
Tabela 17. Quantidades totais de N e P extraídas pela cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.....	33
Tabela 18. Desdobramento da interação significativa entre dose e parcelamento da adubação potássica para quantidade total de N extraída (Exp. I) pela cultura da batata.....	33
Tabela 19. Quantidades totais de K e Ca extraídas pela cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.....	34
Tabela 20. Desdobramento da interação significativa entre doses e parcelamento da adubação potássica para quantidade total de Ca extraída (Exp. I) pela cultura da batata.....	35
Tabela 21. Quantidades totais de Mg e S extraídas pela cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.....	35
Tabela 22. Desdobramento da interação significativa entre doses e parcelamento da adubação potássica para quantidade total de Mg extraída (Exp. I) pela cultura da batata.....	36
Tabela 23. Quantidades totais de B e Cu extraídas pela cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.....	36
Tabela 24. Quantidades totais de Fe e Mn extraídas pela cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.....	37
Tabela 25. Desdobramento da interação significativa entre doses e parcelamento da adubação potássica para quantidade total de Mn extraída (Exp. III) pela cultura da batata.....	38
Tabela 26. Quantidade total de Zn extraída pela cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.....	38
Tabela 27. Número de tubérculos por planta e peso médio de tubérculo da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.....	40

Tabela 28. Produtividade total e comercial de tubérculos da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.....	41
Tabela 29. Produtividade de tubérculos das classes especial e primeira da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.....	43
Tabela 30. Produtividade de tubérculos das classes segunda e miúda da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.	44
Tabela 31. Percentagem de massa de matéria seca nos tubérculos da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.	45
Tabela 32. Quantidades de N e P exportadas pelos tubérculos da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.	47
Tabela 33. Desdobramento da interação significativa entre dose e parcelamento da adubação potássica para quantidade de N exportada (Exp. I) pelos tubérculos da cultura da batata.	47
Tabela 34. Quantidades de K e Ca exportadas pelos tubérculos da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.	48
Tabela 35. Quantidades de Mg e S exportadas pelos tubérculos da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.	49
Tabela 36. Quantidades de B e Cu exportadas pelos tubérculos da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.	50
Tabela 37. Quantidades de Fe e Mn exportadas pelos tubérculos da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.	50
Tabela 38. Quantidade de Zn exportada pelos tubérculos da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.	51

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Precipitação (█), irrigação (█), temperaturas máximas (█) e mínimas (█) registradas nas áreas durante a condução dos experimentos. (A) Exp. I – Taquarituba-SP, 2012; (B) Exp. II - Bernardino de Campos-SP, 2013; (C) Exp. III – Botucatu-SP, 2013..	13
Figura 2. (A) Abertura do sulco com a plantadora-sulcadora. (A) Distribuição dos tubérculos-semente.	16
Figura 3. (A) Panorama do experimento I, com indicação das parcelas sem a aplicação de K. (B) Antecipação do ciclo na parcela com a ausência da aplicação de K.	25
Figura 4. Produtividade relativa de tubérculos da cultura da batata em função de doses da adubação potássica, em solos com baixa, média e alta disponibilidade de K.	42

1 RESUMO

Com o uso de cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.) mais produtivas, possivelmente a demanda por nutrientes também ficou maior, levando a necessidade de se adequar a adubação. Dentre os nutrientes absorvidos pela cultura, destaca-se o potássio (K), que é extraído em grande quantidade, e é de extrema importância para o desenvolvimento da cultura, para a elevação da produtividade e para proporcionar tubérculos de maior qualidade. Muitos produtores estão adotando adubações sem recomendação técnicas e, como o K é muito extraído pela cultura, as baixas doses de K e manejo inadequado podem estar limitando a produtividade, principalmente em áreas com baixos teores de K disponível. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses e do parcelamento da adubação potássica na nutrição e produtividade da cultura da batata, cv. Ágata. Foram realizados três experimentos em campo, em solos de textura argilosa e com teores baixo ($0,7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$), médio ($1,6 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e alto ($3,7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) de K trocável. Os experimentos foram conduzidos no delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial $3 \times 2 + 1$, com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos pela combinação de três doses de K (100, 200 e 400 kg ha^{-1} de K_2O), com duas formas de parcelamento (100% no sulco de plantio e 50% no sulco + 50% em cobertura, por ocasião da amontoa) e mais uma testemunha (sem aplicação de K). Independentemente do parcelamento, o aumento das doses de K proporcionou incremento no teor de K na folha da batateira, cultivada em solos com baixa, média e alta disponibilidade de K, porém, de forma mais acentuada no solo com baixo teor. No solo com baixo teor de K trocável, a aplicação da dose K totalmente no sulco de plantio proporcionou maior teor de K na folha do que quando parcelado no plantio e em cobertura. Independentemente da disponibilidade de K no solo, a adubação potássica reduziu os

teores de P, Ca e Mg na folha da batateira e pouco influenciou os teores dos demais nutrientes. Não houve efeito do parcelamento da adubação potássica no número de tubérculos por planta, no peso médio de tubérculos, bem como na produtividade e classificação dos tubérculos. Maiores doses de K aumentaram principalmente o peso médio dos tubérculos, especialmente no solo com baixa disponibilidade de K, com consequente aumento da produtividade total e de tubérculos da classe especial. No solo com baixo teor de K trocável, a maior produtividade total de tubérculos foi obtida com a dose estimada de 325 kg ha⁻¹ de K₂O. Nos solos com maiores teores de K trocável (médio e alto), houve aumento de produtividade de tubérculos apenas até a dose de 200 kg ha⁻¹ de K₂O. A extração e a exportação de nutrientes pela cultura da batata foram afetadas pela adubação potássica.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum*, potássio, parcelamento, nutrição mineral, extração de nutrientes, produtividade de tubérculos.

RATES AND SPLIT APPLICATION OF POTASSIUM FERTILIZATION ON POTATO CROP (*Solanum tuberosum* L.). Botucatu, 2014. 59p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: ANDRÉ LUIZ GOMES JOB

Adviser: ROGÉRIO PERES SORATTO

Co-adviser: ADALTON MAZETTI FERNANDES

2 SUMMARY

With the use of more productive potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars, the plant's demand for nutrients has possibly increased, raising the necessity of adjustments on fertilizer application. Potassium (K), which is extracted in high amounts, is one of the main nutrients absorbed by the plant. This compound is of pivotal importance to potato development, especially to increase its yield and to generate high quality tubers. Many producers are making use of fertilization without a proper technical recommendation. As K uptake by the plant is very high, low K rates and inadequate management can impair tuber yield, mainly in soil with low K availability. In this context, this study aimed to evaluate the effects of K fertilization rates and split application on nutrition and yield of potato crop, cv. Agata. For this, three field experiments were carried out on clay-textured soils with low ($0.7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$), medium ($1.6 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) and high ($3.7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) exchangeable K concentration. These experiments were conducted under a randomized block design using a $3 \times 2 + 1$ factorial scheme, with four replications. The treatments consisted of three K rates (100, 200, and $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$), combined with two forms of split application (100 % at planting furrow or 50% at planting furrow + 50% at sidedressing, during hilling) and a control (without K application). Regardless of installments, increasing K rates showed an increase in K concentration in leaf of potato grown in soils with low, medium, and high K availability, but more markedly in soil with low availability. In soil with low concentration of exchangeable K, the application of K rate totally at planting furrow increased the concentration of K in the leaf than when split applied at planting and hilling. Regardless of the soil K availability, K fertilization reduced the concentrations of P, Ca, and Mg in leaf of potato crop and little influenced the concentration of other nutrients. No effect of split application on number of tubers per

plant, tuber mean weight, as well as tuber yield and classification. Higher rates of K increased mainly the tuber mean weight, especially in soils with low K availability, with consequent increase in total and special tuber yield. In soil with low concentration of exchangeable K, the highest total tuber yield was obtained with the estimated rate of 325 kg ha⁻¹ K₂O. In soils with higher concentrations of exchangeable K (medium and high), an increase of tuber yield only up to a rate of 200 kg ha⁻¹ K₂O. The nutrient extraction and removal by the potato crop were affected by K fertilization.

Keywords: *Solanum tuberosum* L., potassium, split application, mineral nutrition, tuber yield.

3 INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) está entre os quatro alimentos mais consumidos no mundo, juntamente com arroz, trigo e milho. É importante fornecedora de proteína de alta qualidade, vitaminas e sais minerais e proporciona energia oriunda dos carboidratos. Atualmente é cultivada em aproximadamente 157 países e consumida por mais de 1 bilhão de pessoas. A batata é um dos principais produtos agrícolas do Brasil, sendo que proporcionou um valor de produção agropecuária de R\$ 2,34 bilhões no ano de 2012 (IBGE, 2014a). A produção da batata no Brasil, em 2011, alcançou 3,8 milhões de toneladas, em 146 mil ha de área colhida, com produtividade média de 25,9 t ha⁻¹. Já no ano de 2013, a produção alcançou 3,53 milhões de toneladas em 126,8 mil ha de área colhida, com produtividade média de 27,8 t ha⁻¹ (IBGE, 2014b). Apesar da diminuição da área, verifica-se aumento na produtividade.

Os principais estados brasileiros produtores de batata são Minas Gerais, Paraná e São Paulo. No Estado de São Paulo, destacam-se na produção de batata os municípios da região de Vargem Grande do Sul, no nordeste do estado, e de Itapetininga, na região sudoeste do estado, onde são atingidas produtividades superiores a 30 t ha⁻¹.

A cultura da batata apresenta ciclo relativamente curto com altos rendimentos por unidade de área, quando comparado a outras culturas, sendo, assim, considerada uma cultura muito exigente quanto à presença de nutrientes prontamente disponíveis na solução do solo. Além disso, mudanças ocorridas nos últimos anos em relação às principais cultivares plantadas, que apresentam maior potencial produtivo, pode ter aumentado também as necessidades nutricionais dessa cultura.

Dentre os nutrientes exigidos pela cultura da batata, destaca-se o potássio (K), que é extraído e exportado em maiores quantidades pela cultura (FERNANDES; SORATTO, 2012). Este nutriente é particularmente importante na redistribuição de açúcares e na síntese de amido (REIS JÚNIOR; FONTES, 1996), e como os tubérculos de batata são ricos em amido, tem alta demanda pelo K (CHAVES; PEREIRA, 1985), sendo fundamental, portanto, para a obtenção de altas produtividades de tubérculos. Além de interferir na produtividade, o excesso ou a falta desse nutriente, podem influir na produção ponderada (tubérculos de maior calibre) e também na qualidade tecnológica dos tubérculos.

Em geral, o K é aplicado em dose única no plantio da cultura da batata. Contudo, Vieira et al. (2002) recomendam o uso do parcelamento da adubação potássica, juntamente com a nitrogenada, na cultura da batata, pois essa prática proporciona, para o caso do K, menor perda por lixiviação e redução do efeito salino. Cardoso et al. (2007) verificaram que o parcelamento do K e do nitrogênio (N) exerceu influência na produtividade de tubérculos da cultura da batata em solo com teor de 0,18 mmol_c dm⁻³ e textura franco arenosa, sendo o melhor efeito obtido com o uso do parcelamento de 50% no plantio e 50% na tuberização.

Apesar das inúmeras informações sobre a nutrição mineral e adubação na cultura da batata, existem poucas pesquisas feitas nas regiões brasileiras aptas ao cultivo desta cultura em relação à dose e parcelamento da adubação potássica a ser utilizada. Além disso, o que se vê na prática, muitas vezes, produtores adotando a mesma adubação para toda a área seguindo uma única dose, independente da disponibilidade do nutriente no solo e a exigência da cultivar utilizada. Diante do exposto, conhecer a resposta de cultivares atuais de batata a doses e parcelamento da adubação potássica é fundamental, isso porque o manejo da adubação de forma racional e equilibrada pode possibilitar a obtenção de maior produtividade e de tubérculos de melhor qualidade, com menor risco ambiental.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de doses e do parcelamento da adubação potássica na nutrição e produtividade da cultura da batata, cultivar Ágata, em solos com diferentes teores de K trocável.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A planta da batata é uma solanácea anual, que apresenta caules aéreos herbáceos e suas raízes originam-se na base destes caules ou hastes. O sistema radicular é delicado e superficial, com raízes concentrando-se até 30 cm de profundidade. Também possui caules subterrâneos adaptados para reserva e reprodução chamados de tubérculos, que é a parte da planta de interesse biológico e econômico (FILGUEIRA, 2003). A cultura da batata apresenta elevada eficiência produtiva, garantindo máximo aproveitamento das áreas destinadas à produção de alimentos. Essa solanácea é uma importante fonte alimentícia, por possuir alto valor energético, proteínas e nutrientes (FAO, 2013), sendo cultivada em aproximadamente 157 países, em uma área de 19,2 milhões de hectares, com uma produção de 365 milhões de toneladas em 2012 (FAO, 2014).

O Brasil foi o 20º maior produtor mundial de batata, com área aproximada de 135,9 mil hectares e 3,7 milhões de toneladas em 2012 (FAO, 2014). O estado de São Paulo ocupa uma posição de destaque na produção nacional, superado apenas por Minas Gerais e Paraná. No Estado de São Paulo, uma das regiões de destaque na produção desta cultura é a região sudoeste.

A cultura da batata tem como característica a obtenção de elevadas produtividades por unidade de área, apesar de possuir ciclo relativamente curto, tendo elevada extração dos nutrientes do solo, principalmente de K (FERNANDES et al., 2011). A entrada do nutriente K na agricultura brasileira e também na cultura da batata se dá como principal fonte utilizada o cloreto de potássio (60% K₂O), sendo a fonte de K mais consumido nas lavouras brasileiras. Através do uso de fertilizantes na agricultura brasileira

estima-se que entre os anos de 2009 a 2012 houve a entrada do nutriente K na forma de K_2O de aproximadamente 16,3 milhões de toneladas, seguidos de P e N nas formas de P_2O_5 e N com 14,9 e 12,2 milhões de toneladas, respectivamente, (ANDA, 2010; 2011; 2012; 2013). O K é requerido em grande quantidade pelas culturas, sendo o cátion mais abundante nos vegetais (MALAVOLTA; CROCOMO, 1982). O K é o nutriente mais absorvido pela batateira e é fornecido em grandes quantidades, pois sua deficiência compromete o metabolismo da planta e a produtividade (PAULETTI; MENARIN, 2004; REIS JÚNIOR; MONNERAT, 2001). A extração de K pela cultura da batata pode superar os 300 kg ha^{-1} , dependendo da cultivar e da condição de cultivo, e sua exportação pelos tubérculos é, em média 1,8 vezes maior que a do N e 10 vezes superior a de P (FERNANDES; SORATTO, 2012).

O K é de extrema importância para o desenvolvimento da planta, produtividade, qualidade dos tubérculos e para aumentar a conservação pós-colheita dos mesmos (REIS JÚNIOR; MONNERAT, 2001; FILGUEIRA, 2003). Mesmo não participando diretamente de substâncias químicas nas plantas (MALLMANN, 2001), o K está envolvido em vários processos fisiológicos, como co-fator enzimático para mais de 40 enzimas; é o regulador do potencial osmótico nas células, ativador de enzimas da respiração e do processo de fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2004), afetando também o transporte via floema e podendo suprir o balanço de cargas durante a transferência de íons através da membrana celular (SHABALLA, 2003). Responsável em regular a abertura dos estômatos e a redistribuição de nutrientes, promove a absorção de água, aumenta a absorção de N e a síntese de proteínas (IMAS; BANSAL, 1999), atua na formação dos carboidratos e na transformação destes em amido, favorecendo o transporte da folha até serem estocados nos tubérculos (DARWISH, 2004), exercendo influência positiva sobre a porcentagem de tubérculos graúdos e de maior peso (GRUNER 1963). A deficiência de K nas plantas faz com que as folhas tenham tamanho reduzido, seus caules ou talos mais finos e curtos e os tubérculos miúdos e, quando a deficiência é aguda, o ponto de crescimento é afetado resultando na morte regressiva e total da planta (MALLMANN, 2001).

Por outro lado, normalmente quando quantidade de K aplicada excede as necessidades da planta, ocorre o consumo de luxo, não refletindo no incremento do crescimento e produção da batateira (MURPHY, 1963; REIS JÚNIOR, 1995; KANG et al., 2014). O excesso de K pode reduzir a produção de tubérculos devido ao aumento

significativo da condutividade elétrica e da relação $K^+(Ca^{2+} + Mg^{2+})^{1/2}$ do solo (REIS JÚNIOR, 1995). Além disso, doses excessivas de K causam redução na percentagem de massa de matéria seca (MS) de tubérculos (REIS JÚNIOR; FONTES, 1996). A redução na percentagem de MS em função do aumento das doses de adubação potássica é devida, em parte, ao aumento do conteúdo de água (WESTERMANN et al., 1994), pois, com o aumento na absorção e acúmulo de K na planta, o potencial osmótico e hídrico da planta torna-se mais negativos, o que gera aumento na absorção de água, causando diluição da MS dos tubérculos (REIS JÚNIOR, 1995).

Embora o K seja absorvido em grande quantidade pela batateira, nem sempre há resposta positiva à adubação com K (FILGUEIRA, 1993), principalmente, devido aos elevados níveis deste elemento em determinados solos cultivados com batata (CHAVES; PEREIRA, 1985). Panique et al. (1997) não observaram aumento na produtividade de tubérculos, devido à adubação potássica, quando os teores de K trocável no solo estavam na faixa de 3,0 a 4,7 mmol_c dm⁻³. Nava et al. (2007), trabalhando em solo com elevados teores de K (3,1 mmol_c dm⁻³), também não observaram aumento na produtividade de tubérculos com a aplicação de 0, 150 e 300 kg ha⁻¹ de K₂O ao sulco de plantio. Pauletti e Menarin (2004) também não observaram aumento da produtividade da cv. Bintje à adubação potássica em solo com 3,7 mmol_c dm⁻³, independentemente da fonte e da época de aplicação.

Porém, em solo com teor de 1,4 mmol_c dm⁻³ de K trocável, ou seja, relativamente baixo, a adubação potássica aumentou a produtividade de tubérculos, com a produtividade máxima de 30,5 t ha⁻¹ sendo alcançada com a dose de 353,4 kg ha⁻¹ de K₂O (FONTES et al., 1996). Reis (2008), estudando o efeito de diferentes fontes e doses de K em solo com teor inicial de 0,3 mmol_c dm⁻³, verificou que a dose que proporcionou a máxima produtividade de tubérculos (50,5 t ha⁻¹), foi de 400 kg ha⁻¹ de K₂O, independente da fonte utilizada (cloreto de potássio ou sulfato de potássio). Esses trabalhos demonstram que, em solos com médio e baixo teor de K trocável (RAIJ et al., 1997), aumentos significativos de produção são conseguidos mediante a adubação potássica, sendo que o mesmo não ocorreu em solos com teores acima de 3,0 mmol_c dm⁻³ (FERNANDES; SORATTO, 2012).

Ademais, os resultados citados evidenciam que pode haver resposta a doses de K maiores que as recomendadas para a cultura no estado de São Paulo, que são de 250, 150 e 100 kg ha⁻¹ de K₂O, quando o teor de K trocável no solo for de 0 a 1,5, de

1,6 a 3,0 e maior que 3,0 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$, respectivamente (LORENZI et al., 1997), especialmente quando os teores de K trocável no solo é médio ou baixo. Isso pode ocorrer, principalmente, pelas mudanças ocorridas nos últimos anos em relação às principais cultivares de batata utilizadas, pois houve grande aumento do potencial produtivo, e, com a maior produção de massa vegetal, as necessidades nutricionais dessa cultura também foram alteradas, necessitando de novos estudos para calibração das doses e adubação adequadas para cada cultivar e condição de cultivo (FERNANDES; SORATTO, 2012), uma vez que para garantir a produtividade, a cultura recebe altas doses de fertilizantes, os quais muitas vezes são utilizados de maneira indiscriminada (MALLMANN; LUCCHESI, 2002).

Atenção especial também deve ser dada à aplicação de doses elevadas de K no sulco de plantio, as quais podem reduzir a população de plantas, devido ao aumento da concentração salina ou mesmo decorrer em grandes perdas por lixiviação, especialmente em solos arenosos (FERNANDES; SORATTO, 2012). Visando diminuir esses problemas, Vieira et al. (2002) recomendaram o uso do parcelamento da adubação potássica na cultura da batata. Fernandes et al. (2011) verificaram que na cv. Ágata, a taxa de máximo acúmulo de K na planta ocorre entre 45 e 56 dias após o plantio (DAP), ou seja, durante a primeira metade da fase de tuberização, com valores de aproximadamente $5,0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ nessa fase. A melhor forma de fornecimento de nutrientes à cultura é aquela que assegura o máximo aproveitamento dos nutrientes aplicados pelo sistema radicular das plantas. Assim, os resultados supracitados sugerem que o parcelamento pode ser feito, aplicando-se parte do K na amontoa, por volta dos 25 a 30 DAP, proporcionando maior disponibilidade do nutriente na época de maior absorção, podendo evitar assim perdas por lixiviação e, conseqüentemente, aumentar a eficiência da adubação potássica.

Cardoso et al. (2007), estudando doses e formas de parcelamento da adubação nitrogenada e potássica em solo com teor de K trocável de $1,8 \text{ mmol}_c \text{dm}^{-3}$, não obtiveram incrementos significativos de produtividade total de tubérculos devido à aplicação: de 75% (105 kg ha^{-1} de N e 210 kg ha^{-1} de K) da dose recomendada (140 kg ha^{-1} de N e 280 kg ha^{-1} de K) e de 125% da dose recomendada (175 kg ha^{-1} de N e 350 kg ha^{-1} de K). Entretanto, esses autores verificaram que o parcelamento da adubação de N e K em duas aplicações, ou seja, 50% no plantio e 50% na tuberização, proporcionou maior produtividade de tubérculos em relação à aplicação total do adubo no plantio. Embora, nesse ensaio, Cardoso et al. (2007) não tenham observado aumento na produtividade de tubérculos devido à adubação potássica, verificou-se que a aplicação de 125% da dose

recomendada, ou seja, 175 kg ha⁻¹ de N e 350 kg ha⁻¹ de K, aumentou a produtividade de tubérculos classificados como graúdos, independente da forma de parcelamento.

De maneira geral, a adubação da batata vem sendo efetuada de maneira indiscriminada, com aplicações sem recomendações coerentes de fertilizantes minerais. No entanto, face aos crescentes custos de produção e potenciais ganhos de produtividade e qualidade, se fazem necessária à geração de informações que melhor subsidiem as decisões técnicas tomadas. Assim, há a necessidade do desenvolvimento de estratégias de manejo de adubação para a cultura da batata, otimizando a eficiência do uso de fertilizantes.

Esta otimização, no caso da adubação potássica, pode ser obtida mediante o uso adequado dos fertilizantes de maneira que satisfaça as reais necessidades da cultura, utilizando-se da dose ideal e o momento correto da aplicação no aumento da produtividade e qualidade dos tubérculos da batateira. Com isto, os ganhos com a produtividade e qualidade, e a redução das perdas de nutrientes e da contaminação ambiental serão minimizadas.

5 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados três experimentos em condições de campo, um em 2012, e os outros dois em 2013. Nos três experimentos foi utilizada a cultivar Ágata, considerada a mais cultivada no Brasil.

5.1 Caracterização das áreas experimentais

Com o intuito de escolher as áreas a serem implantados os experimentos, foram coletadas e analisadas amostras de solo na camada de 0,0-0,20 m de profundidade para determinação dos teores de K (RAIJ et al., 2001). Em posse dos resultados da análise definiu-se assim os solos com teores de K trocável considerados baixo ($<1,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$), médio (1,6 a $3,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e alto ($>3,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) (LORENZI et al., 1997).

O experimento I (Exp. I) foi conduzido no ano de 2012, em propriedade pertencente ao Grupo Ioshida, em Taquarituba-SP, com as seguintes coordenadas geográficas ($23^{\circ}38'42''$ S e $49^{\circ}09'04''$ W), e altitude média de 676 metros e solo com teor baixo de K trocável (Tabela 1). Os experimentos implantados no ano de 2013, definidos como experimento II (Exp. II) e experimento III (Exp. III), foram conduzidos em duas áreas distintas. O exp. II foi conduzido em propriedade arrendada pelo Grupo Ioshida, em Bernardino de Campos-SP, com as seguintes coordenadas geográficas ($23^{\circ}00'47''$ S e $49^{\circ}28'27''$ W), e altitude média de 695 metros e solo com teor de K trocável médio. O exp. III foi conduzido na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP, Campus de Botucatu, em Botucatu-SP, com as seguintes coordenadas geográficas ($22^{\circ}51'12''$ S; $48^{\circ}26'08''$ W) e altitude média

de 740 metros e solo com teor de K trocável considerado alto. A precipitação pluvial e as temperaturas máximas e mínimas registradas durante a condução dos experimentos estão apresentadas na Figura 1.

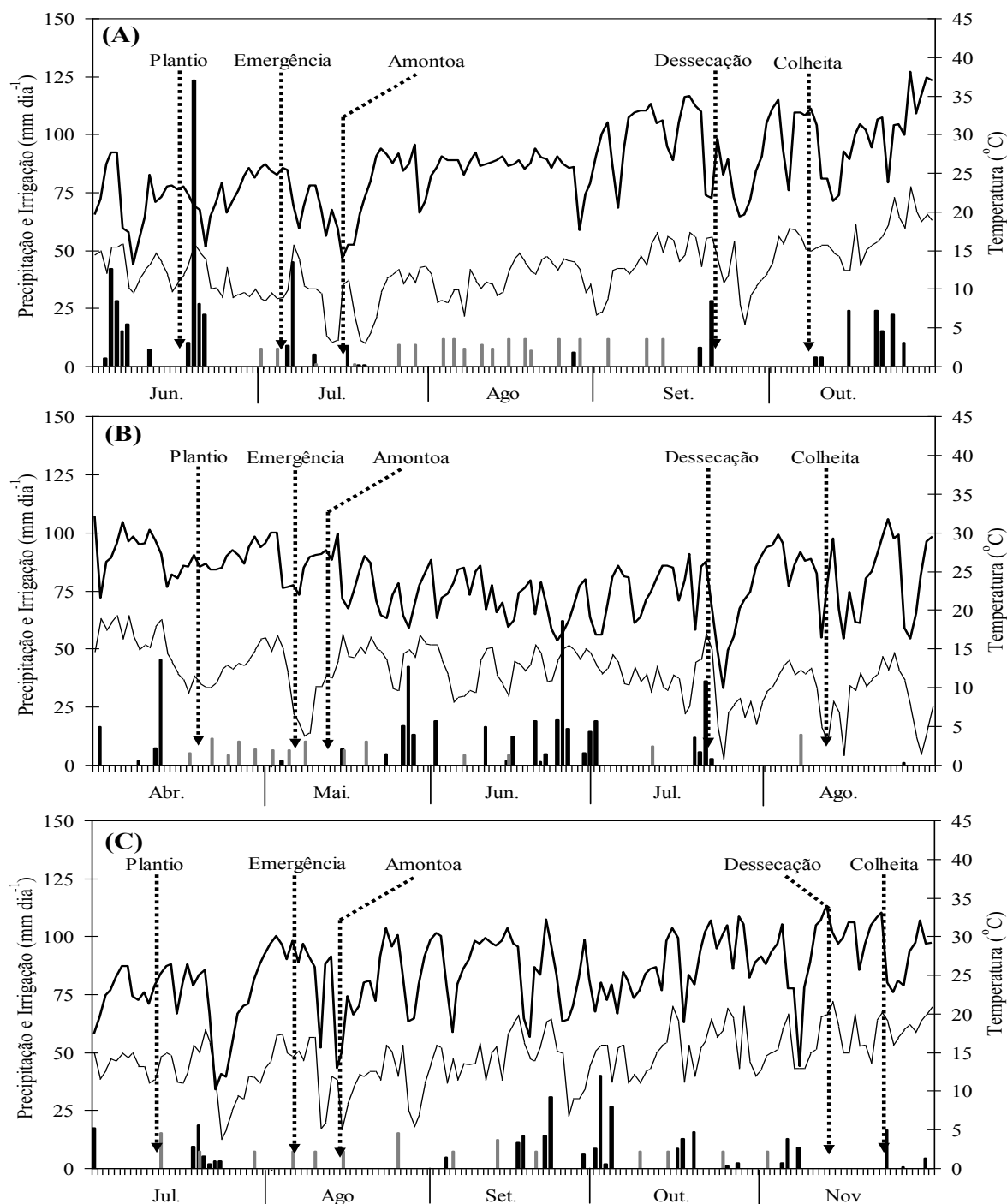


Figura 1. Precipitação (■), irrigação (▮), temperaturas máximas (—) e mínimas (---) registradas nas áreas durante a condução dos experimentos. (A) Exp. I – Taquarituba-SP, 2012; (B) Exp. II - Bernardino de Campos-SP, 2013; (C) Exp. III – Botucatu-SP, 2013.

Antes da instalação dos experimentos novamente foram coletadas amostras de solo na camada de 0-0,20 m, sendo estas coletas no local “exato” de implantação de cada experimento, para determinação das características químicas (RAIJ et al., 2001) e granulométricas do solo (EMBRAPA, 1997), cujo os resultados encontram-se na Tabela 1. Os solos dos três locais apresentavam textura argilosa.

Tabela 1. Características químicas e granulométricas dos solos das áreas experimentais, na profundidade de 0 a 0,20 m. Média de quatro repetições.

Característica	Exp. I	Exp. II	Exp. III
pH(CaCl ₂)	5,6	5,8	5,0
M.O. (g dm ⁻³)	32	35	27
P(resina) (mg dm ⁻³)	12	27	29
K (mmol _c dm ⁻³)	0,7	1,6	3,7
Ca (mmol _c dm ⁻³)	44	35	38
Mg (mmol _c dm ⁻³)	23	20	16
H+Al (mmol _c dm ⁻³)	40	58	53
CTC (mmol _c dm ⁻³)	109	114	111
V (%)	62	49	52
B (mg dm ⁻³)	0,28	0,09	0,40
Cu (mg dm ⁻³)	1,4	1,2	9,6
Fe (mg dm ⁻³)	9,7	17,0	31,0
Mn (mg dm ⁻³)	9,1	2,3	4,6
Zn (mg dm ⁻³)	4,8	0,7	6,0
Areia (g kg ⁻¹)	273	406	238
Silte (g kg ⁻¹)	204	145	101
Argila (g kg ⁻¹)	523	449	661

5.2 Delineamento experimental e tratamentos

Nos três experimentos o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 2 + 1, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de três doses de K (100, 200 e 400 kg ha⁻¹ de K₂O), com duas formas de parcelamento da adubação potássica (100% no sulco de plantio e 50% no sulco + 50% em cobertura, por ocasião da amontoa) e uma testemunha (sem aplicação de K). A fonte de K utilizada foi o cloreto de potássio. Em todos os experimentos a unidade experimental (parcela) foi constituída de cinco fileiras de plantas com 5 m de comprimento. Para as avaliações, foram consideradas como área útil as três fileiras centrais, desprezando-se 0,5 m nas extremidades de cada fileira e uma fileira de cada lado da unidade experimental.

5.3 Caracterização da cultivar

A cultivar Ágata (bohms2/72 x Sirco) é originária da Holanda. Apresenta uma alta produtividade de tubérculos, porém, com uma percentagem muito baixa de MS, tendo como uma das suas características maturação precoce. As plantas possuem hastes finas e moderadamente finas, com tubérculos ovais; casca amarela e predominantemente lisa, polpa de cor amarelo-claro e olhos superficiais. Os tubérculos apresentam polpa bastante consistente e firme quando cozida, sendo recomendados para o consumo na forma cozida ou assada. É um material susceptível à requeima das folhas (*Phytophthora infestans*), razoavelmente resistente ao vírus Yn (NIVAP, 2007; ABBA, 2009).

5.4 Instalação e condução dos experimentos

Para os três experimentos o preparo de solo foi realizado de forma convencional com as seguintes operações: duas gradagens pesadas, escarificação e uma gradagem leve as vésperas do plantio. Somente no exp. I, foi realizada aplicação de corretivos (4.000 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 1.350 kg ha⁻¹ de gesso agrícola) por ocasião do preparo do solo e, conseqüentemente, antes da coleta de solo para determinação das características químicas (Tabela 1).

Para realização dos plantios (Tabela 2), os sulcos foram abertos mecanicamente, com sulcadora-plantadora, no espaçamento de 0,80 m entre fileiras e aproximadamente 25 cm de profundidade (Figura 2A). Em seguida, para os experimentos I, II e III, foi feita a adubação de plantio no sulco com dose 62 kg ha⁻¹ de N, na forma de sulfato de amônio (20% de N), e de 500 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato triplo (46% de P₂O₅). A adubação potássica foi aplicada no sulco de plantio e em cobertura, de acordo com cada tratamento, como descrito no item 5.2. Em seguida os fertilizantes foram incorporados ao solo do fundo do sulco, com auxílio de enxada, para evitar o contato com os tubérculos-semente. Após a distribuição e incorporação dos fertilizantes no sulco de plantio, foi realizada a distribuição dos tubérculos-sementes manualmente no espaçamento de 0,30 m entre si, utilizando-se tubérculos-semente certificados, tipo III (diâmetro entre 30 e 40 mm) da cultivar Ágata (Figura 2B). Posteriormente, foram pulverizados nos sulcos de plantio os fungicidas boscalida, na dose de 112,5 g i.a. ha⁻¹ e metiram+piraclostrobina, na dose 2200g + 200g 5 g i.a. ha⁻¹ e o inseticida tiametoxam, na dose de 155 5 g i.a. ha⁻¹, para os três experimentos, em seguida os sulcos foram fechados.

Tabela 2. Cronograma das atividades realizadas nos três experimentos.

Atividade	Exp. I (2012)			Exp. II (2013)			Exp. III (2013)		
	Data	DAP	DAE	Data	DAP	DAE	Data	DAP	DAE
Plantio	15/06	-	-	18/04	-	-	12/07	-	-
Emergência	04/07	19	-	07/05	19	-	06/08	25	-
Cobertura	14/07	29	10	11/05	23	4	15/08	34	9
Amontoa	14/07	29	10	12/05	24	5	15/08	34	9
Coleta de folha	06/08	52	33	07/06	50	31	09/09	59	34
Extração	21/09	98	79	17/07	90	71	23/10	103	78
Dessecação	22/09	99	80	20/07	93	74	13/11	124	99
Colheita	08/10	115	96	13/08	117	98	21/11	132	107

DAP: dias após o plantio; DAE: dias após a emergência.

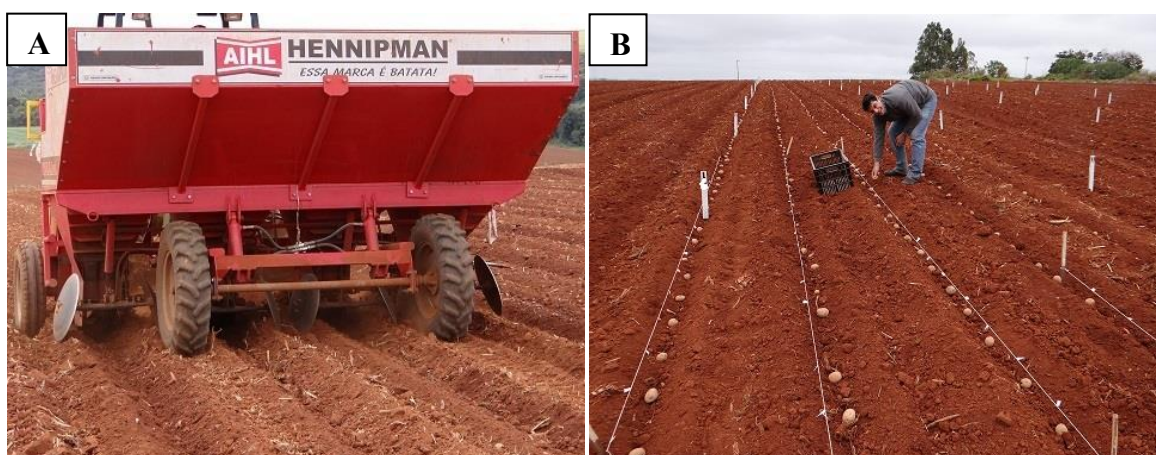


Figura 2. (A) Abertura do sulco com a plantadora-sulcadora. (B) Distribuição dos tubérculos-semente.

A emergência das plântulas, nos três experimentos, ocorreu entre 19 e 25 dias após o plantio (DAP) (Tabela 2). No dia 25/04/2013 foi aplicado 1,7 kg ha⁻¹ de boro (ácido bórico via pivô central), somente no experimento II, para suprir a baixa disponibilidade do solo (Tabela 1). A adubação de cobertura foi realizada com as doses de 32 kg ha⁻¹ de N (ureia) e de K, de acordo com os tratamentos, seguido da operação de amontoa (Tabela 2). As irrigações nos experimentos I e II foram realizadas por sistema de aspersão do tipo pivô central. No exp. III, a irrigação foi feita por sistemas de aspersão, localizada, com auxílio de moto bomba e regulador de pressão, com vazão constante. A aplicação de água via irrigação foi definida de acordo com as recomendações técnicas para a cultura na região e critérios adotados pelo produtor, visando atender as necessidades hídricas do sistema solo-planta, durante todo o ciclo da cultura. As quantidades de água aplicadas ao longo do ciclo da cultura encontram-se na Figura 1.

Nos experimentos I e II, o controle fitossanitário foi realizado segundo recomendações técnicas para a cultura e critérios adotados pelo produtor, utilizando-se produtos recomendados para a cultura da batata (Tabelas 3 e 4). No exp. III, o controle fitossanitário foi realizado segundo recomendações técnicas para a cultura, utilizando-se produtos recomendados para a cultura da batata (Tabela 5).

Tabela 3. Tratamento fitossanitário empregado no experimento I.

Data de aplicação	Ingrediente ativo	Dose (g do i.a. ha ⁻¹)
24/06/2012	fenamidona	290
	metamidofós	606
11/07/2012	metamidofós	594
	oxicloreto de cobre ⁽¹⁾	620
	clorotalonil	930
	azoxistrobina+difenoconazol	74+46
	isopropyl +fluazinam	37+93
16/07/2012	clorpirifós	970
	clorotalonil	1.562
21/07/2012	teflubenzurom	26
	dimetomorfe+clorotalonil	58+290
	mandipropamida	163
	azoxistrobina+difenoconazol	72+45
	casugamicina	35
26/07/2012	parationa-metílica	126
	cloridrato de propamocarbe+fluopicolide	775+78
	clorotalonil	1.562
05/08/2012	metalaxil-M+mancozebe ⁽²⁾	79+1.267
	oxicloreto de cobre ⁽¹⁾	1.252
	acefato	375
	mandipropamida	155
19/08/2012	parationa-metílica	333
	oxicloreto de cobre ⁽¹⁾	1.252
	clorotalonil	1.055
	azoxistrobina+difenoconazol	74+46
27/08/2012	parationa-metílica	333
	cloridrato de propamocarbe+ fluopicolide	698+140
	azoxistrobina+difenoconazol	74+46
05/09/2012	tiametoxam+ lambda-cialotrina	31+23
	azoxistrobina+difenoconazol	86+54
	teflubenzurom	39
12/09/2012	parationa-metílica	333

⁽¹⁾Produto a base de Cu, ⁽²⁾Fungicida contendo Mn e Zn.

Tabela 4. Tratamento fitossanitário empregado no experimento II.

Data de aplicação	Ingrediente ativo	Dose do produto (g do i. a. ha ⁻¹ .)
23/04/2013	metribuzim	192
	paration-metilico	270
30/04/2013	clorotalonil	415
	paration-metilico	36
09/05/2013	tiametoxam	155
	metiram+piraclostrobina	1.589,5+144,5
	benalaxil+clorotalonil	82,4+412
10/05/2013	clorotalonil	1000
	paration-metilico	180
21/05/2013	clorpirifos	931,5
24/05/2013	clorotalonil	665
	paration-metilico	301,5
	fluopicolide+cloridrato de propamocarbe	83,1+831,2
05/06/2013	oxicloreto de cobre ⁽¹⁾	672
	paration-metilico	180
11/06/2013	azoxistrobina+difenoconazol	800+328
	dimetomorfe	200
	tiametoxam	30
	metiram+piraclostrobina	1.578,5+143
18/06/2013	clorotalonil	700
	fluopicolide+cloridrato de propamocarbe	87,5+875
22/06/2013	clorotalonil	750
	paration-metilico	225
	metalaxil-M+mancozebe ⁽²⁾	1.331,2+83,2
27/06/2013	clorotalonil	750
	paration-metilico	225
	dimetomorfe	210
	metalaxil-M	100
06/07/2013	lambda-cialotrina+ tiametoxam	31,8+42,3
	teflubenzurom	25,5
14/07/2013	paration-metilico	180
20/07/2013	paration-metilico	360
01/08/2013	clorpirifos	360

⁽¹⁾Produto a base de Cu, ⁽²⁾Fungicida contendo Mn e Zn.

Tabela 5. Tratamento fitossanitário empregado no experimento III.

Data de aplicação	Ingrediente ativo	Dose do produto (g do i. a. ha ⁻¹ .)
19/07/2013	metribuzim	192
	paration-metilico	270
26/07/2013	clorotalonil	415
	paration-metilico	36
01/08/2013	tiametoxam	155
	metiram+piraclostrobina	1.589,5+144,5
10/08/2013	clorpirifos	931,5
	clorotalonil	665
17/08/2013	paration-metilico	301,5
	fluopicolide+cloridrato de propamocarbe	83,1+831,2
27/08/2013	oxicloreto de cobre ⁽¹⁾	672
	paration-metilico	180
02/09/2013	azoxistrobina+difenoconazol	800+328
	dimetomorfe	200
	tiametoxam	30
	metiram+piraclostrobina	1.578+143
11/09/2013	clorotalonil	700
	fluopicolide+cloridrato de propamocarbe	87,5+875
09/09/2013	clorotalonil	750
	paration-metilico	225
	metalaxil-M+mancozebe ⁽²⁾	83,2+1331
18/09/2013	clorotalonil	750
	paration-metilico	225
24/09/2013	metalaxil-M	100
	lambda-cialotrina+ tiametoxam	31,8+42,3
11/10/2013	paration-metilico	180

⁽¹⁾Produto a base de Cu, ⁽²⁾Fungicida contendo Mn e Zn.

A dessecação das plantas, nos três experimentos, foi realizada com o herbicida diquat (372 g do i.a. ha⁻¹), nas datas indicadas na Tabela 2. A colheita, dependendo do experimento, foi realizada entre 96 e 107 dias após a emergência (DAE).

5.5 Avaliações

5.5.1 Diagnose foliar

Nas datas indicadas na Tabela 2, foram realizadas amostragens de folhas (terceira folha a partir do tufo apical), de acordo com Lorenzi et al. (1997). O material coletado foi lavado, secado estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, por 96 h,

e moído em moinho tipo Wiley, com peneira de 1 mm. Após isso, o material foi submetido às determinações dos teores de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn), segundo metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

5.5.2 Acúmulo de Massa de matéria seca e extração de nutrientes

Para determinar o acúmulo de MS e a extração de nutrientes, foram coletadas cinco plantas na área útil de cada parcela experimental no final do ciclo (antes da dessecação), pois, é quando as plantas atingem o acúmulo máximo de MS e de nutrientes (FERNANDES et al., 2010; FERNANDES et al., 2011). Após colhidas, as plantas foram lavadas em água de torneira e água deionizada, separadas em parte aérea, raízes e tubérculos e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, por 96 h. Após a secagem, as amostras foram pesadas para determinação da MS e moídas em moinho tipo Wiley, com peneira de 1 mm. Esta porção triturada foi utilizada para a determinação dos teores de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn), segundo metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

5.5.3 Número por planta, peso médio, produtividade e classificação dos tubérculos

Nos três experimentos, na data da colheita (Tabela 2), foram coletados os tubérculos de dez plantas da área útil de cada unidade experimental. Os tubérculos colhidos foram lavados, contados e classificados segundo o diâmetro, em quatro classes: especial ou “graúda” (tubérculos com diâmetro maior que 45 mm), primeira (tubérculos com diâmetro entre 33 e 45 mm), segunda (tubérculos com diâmetro entre 23 e 33 mm) e miúda (tubérculos com diâmetro inferior a 23 mm). Após classificados, os tubérculos foram pesados para determinação do peso médio e da produtividade de tubérculos por classes. A partir do somatório de todas as classes foi determinada a produtividade total de tubérculos e, a produtividade comercial de tubérculos foi obtida a partir do somatório das três primeiras classes (especial ou “graúda”, primeira e segunda).

5.5.4 Porcentagem de Massa de matéria seca e exportação de nutrientes pelos tubérculos

Dos tubérculos obtidos na colheita final retirou-se uma amostra de tubérculos de cada tratamento (proporcional entre todas as classes). As amostras foram

lavadas, pesadas (massa fresca), fatiadas, secadas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por 96 h, e pesadas novamente para a determinação da MS. A porcentagem de MS dos tubérculos foi obtida pela relação entre massa fresca e massa seca das amostras. As amostras utilizadas para determinação da MS dos tubérculos foram moídas e submetidas à análise dos teores de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn), segundo metodologia proposta por Malavolta et al. (1997). A exportação dos nutrientes foi estimada mediante a multiplicação dos teores de cada nutriente pela MS dos tubérculos colhidos, sendo os dados expressos em quantidade de nutrientes exportada por área.

5.5.5 Produtividade relativa de tubérculos.

A produtividade relativa dos tubérculos de batata foi obtida pela equação:

$$PR = \frac{\text{Produtividade na testemunha sem K}}{\text{Produtividade máxima}} \times 100 \quad (1)$$

Em que PR = produtividade relativa, em %.

A produtividade da cultura no tratamento sem K foi estimada pela função de produção ajustada, ou seja, o intercepto “a” da equação de regressão entre as doses de K₂O e a produtividade de tubérculos. Para o valor de produtividade máxima da cultura foi utilizado o valor estimado pela equação de regressão.

5.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias das formas de parcelamento comparadas pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade, enquanto os efeitos das doses de K foram avaliados por meio de análise de regressão, adotando-se como critério para escolha do modelo a magnitude dos coeficientes de regressão significativos a 5% de probabilidade pelo teste t.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Diagnose foliar

O teor de N na folha diagnose não foi afetado pelos fatores estudados, em nenhum dos experimentos (Tabela 6). Os teores de N na folha das plantas de todos os tratamentos estavam dentro ou acima da faixa considerada adequada para a cultura da batata, que é de 40 a 50 g kg⁻¹ (LORENZI et al., 1997).

Tabela 6. Teores médios de N e P na folha diagnose da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	N			P		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹) (D)	(g kg ⁻¹)					
0	42,4	51,0	47,9	3,9	4,6	5,0
100	43,3	52,0	45,0	3,1	3,9	5,2
200	43,0	51,0	45,1	2,8	3,7	3,5
400	41,4	50,7	46,2	2,7	3,4	3,3
Efeito	ns	ns	ns	(²)	(³)	(⁴)
Parcelamento (S)						
Plantio	42,0a	51,3a	45,2a	3,1a	3,8a	4,3a
½ plant. + ½ cob.	43,0a	51,1a	46,9a	3,2a	3,9a	4,2a
Interação D x S ⁽¹⁾	ns	ns	ns	ns	ns	*
CV (%)	7,9	4,2	6,7	10,3	10,9	9,3

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $y = 3,92 - 0,0083**x + 0,000014**x^2$ R² = 0,99; ⁽³⁾ $y = 4,56 - 0,0059**x + 0,000008**x^2$ R² = 0,97; ⁽⁴⁾ $y = 5,17 - 0,0049**x$ R² = 0,73. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Nos experimentos I e II, o teor de P na folha diagnose foi afetado apenas pelas doses de K (Tabela 6). Os teores de P diminuíram com o aumento da adubação potássica até as doses estimadas de 332 e 368 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente, nos experimentos I e II. No exp. III, houve efeito da interação entre dose e parcelamento da adubação potássica sobre os teores de P na folha da batateira (Tabela 6). Os teores de P diminuíram linearmente em função do aumento das doses de K, independentemente da forma de parcelamento utilizada (Tabela 7). Contudo, na dose de 100 kg ha⁻¹ a aplicação parcelada do K resultou em maior do teor de P do que quando o fertilizante potássico foi aplicado unicamente no sulco de plantio, enquanto na maior dose de K, os maiores teores foliares de P ocorreram no tratamento sem parcelamento do K. A redução na concentração de P na folha das plantas de batata com o aumento das doses de K se deveu, provavelmente, a um efeito diluição, já que plantas bem nutridas em K apresentam maior crescimento. Fageira (1983) estudando interação entre nutrientes observou diminuição na absorção de P por plantas de arroz, cultivadas em ambiente controlado, em resposta ao aumento na disponibilidade de K na solução nutritiva. Apesar da diminuição nos teores de P na folha diagnose com a utilização de maiores doses de K, os valores em todos os tratamentos encontram-se dentro ou acima da faixa (2,5 a 5,0 g kg⁻¹), considerada por Lorenzi et al. (1997) como adequada para a cultura da batata.

Tabela 7. Desdobramento da interação significativa entre dose e parcelamento da adubação potássica para teor de P na folha diagnose (Exp. III) da cultura da batata.

Parcelamento	Dose K ₂ O (kg ha ⁻¹)				Equação de regressão	R ²
	0	100	200	400		
	Teor de P (g kg ⁻¹)					
Plantio		4,8b	3,8a	3,7a	y = 5,0 -0,0036**x	0,80
½ plant. + ½ cob.	5,0	5,6a	3,3a	3,0b	y = 5,3 -0,0061**x	0,68

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, dentro das doses de 100, 200 e 400 kg ha⁻¹ de K₂O, não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ns é não significativo; * e ** significativo a 5 e 1 % de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

No experimento I, o teor de K na folha diagnose sofreu efeito isolado de ambos os fatores estudados (Tabela 8). O teor de K foi maior quando a adubação potássica se deu unicamente no sulco de plantio em relação a aplicada parcelada, fato que provavelmente se deveu ao aumento da disponibilidade de K na solução do solo na fase inicial do desenvolvimento da cultura, uma vez que se tratava de um solo com baixo teor de K trocável (Tabela 1). Os teores de K sofreram aumento com o aumento da

adubação potássica até a dose estimada de 344 kg ha⁻¹ de K₂O (Tabela 8). Apesar de observado aumento nos teores de K da folha diagnose com o aumento da adubação potássica, somente na maior dose de K₂O, os teores de K obtidos ficaram dentro da faixa (40 a 50 g kg⁻¹) considerada por Lorenzi et al. (1997) como adequada para a cultura da batata. Provavelmente por se tratar de um solo com baixa disponibilidade de K na solução do solo (Tabela 1), as doses de K utilizadas, com exceção da maior dose, podem não terem sido suficientes para que os teores de K na folha diagnose da batata atingissem a faixa considerada adequada para a cultura da batata. Fernandes (2013), em experimento conduzido em solo com características químicas semelhantes ao do exp. I, obteve teores de K na folha diagnose da batateira em média de 42 g kg⁻¹, utilizando-se da dose de 250 kg ha⁻¹ de K₂O. Na ausência da adubação potássica foi observado à antecipação do ciclo das plantas da batata, em relação aos demais tratamentos, fato que se deveu a uma possível remobilização do K da parte aérea para os tubérculos (Figura 3). Le Bot et al. (1994), estudando diversas espécies vegetais, observou que quando foi aumentada a disponibilidade de K para as raízes houve redução da remobilização do nutriente, aumentando o período de vida das folhas.

Tabela 8. Teores médios de K e Ca na folha diagnose da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	K			Ca		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹) (D)	(g kg ⁻¹)					
0	9,4	30,6	37,3	18,2	12,5	13,8
100	28,6	45,9	40,1	15,1	11,4	13,4
200	38,2	48,9	46,3	12,8	11,8	11,5
400	44,3	50,6	46,2	11,3	11,3	11,2
Efeito	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Parcelamento (S)						
Plantio	33,1a	44,2a	42,8a	13,6b	11,4b	12,4a
½ plant. + ½ cob.	27,0b	43,8a	42,1a	15,1a	12,1a	12,6a
Interação D x S ⁽¹⁾	ns	ns	ns	ns	ns	**
CV (%)	9,2	9,1	16,1	8,3	6,8	6,2

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $y = 9,83 + 0,2065**x - 0,0003**x^2$ R² = 0,99; ⁽³⁾ $y = 31,55 + 0,1449**x - 0,00024**x^2$ R² = 0,96; ⁽⁴⁾ $y = 38,4 - 0,0229**x$ R² = 0,76; ⁽⁵⁾ $y = 18,28 - 0,0366**x + 0,00004**x^2$ R² = 0,99; ⁽⁶⁾ $y = 12,21 - 0,00233*x$ R² = 0,50; ⁽⁷⁾ $y = 14,09 - 0,01398**x + 0,000017*x^2$ R² = 0,89. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

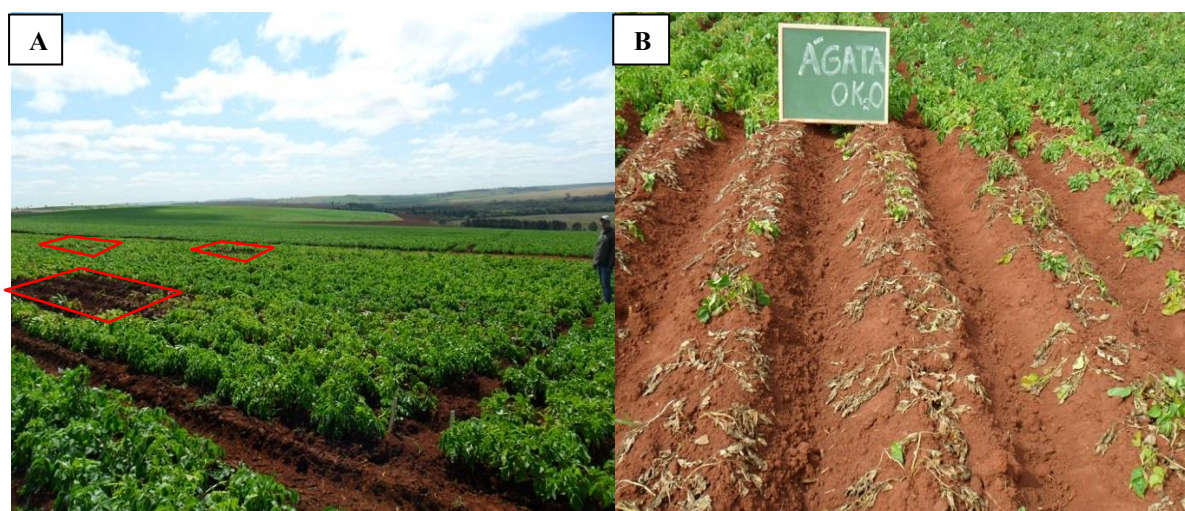


Figura 3. (A) Panorama do experimento I, com indicação das parcelas sem a aplicação de K. (B) Antecipação do ciclo na parcela com a ausência da aplicação de K.

Nos experimentos II e III, os teores de K na folha diagnose da batateira foram afetados apenas pelas doses da adubação potássica (Tabela 8). No exp. II os teores de K aumentaram com aplicação de adubação potássica até a dose estimada de 301 kg ha^{-1} . No exp. III, os teores de K aumentaram linearmente em função do aumento das doses da adubação potássica. Em ambos os experimentos (Exp. II e III), somente na ausência da adubação potássica, os teores de K na folha diagnose ficaram abaixo da faixa ($40 \text{ a } 50 \text{ g kg}^{-1}$), considerada por Lorenzi et al. (1997), como adequada para a cultura da batateira. Isso ocorreu, provavelmente, porque, especialmente na fase inicial de desenvolvimento, a planta de batata tem um sistema radicular curto e que explora pequeno volume de solo, limitando a absorção de K se não for feita aplicação de K, mesmo em solos com elevado teor desse nutriente. Pauletti e Menarin (2004) também obtiveram aumento nos teores de K na folha da batateira com o aumento das doses de K em solo com $3,7 \text{ mmolc dm}^{-3}$, independentemente da fonte de K e da época de aplicação, porém obtiveram, valores abaixo da faixa considerada adequada (LORENZI et al. 1997). Pode se afirmar que, mesmo em solos considerados com média ou alta disponibilidade de K (Tabela 1), se faz necessário o uso de adubação potássica (pelo menos 100 kg ha^{-1} de K_2O) para que os teores K nas folhas atinjam a faixa considerada adequada.

Nos experimentos I e II, o teor de Ca na folha diagnose sofreu efeito apenas dos fatores isolados (Tabela 8). O teor de Ca foi menor quando a adubação potássica foi aplicada unicamente no sulco de plantio. Em ambos os experimentos, houve

diminuição dos teores de Ca com o aumento da adubação potássica. No experimento III, houve efeito da interação entre dose e parcelamento da adubação potássica sobre o teor de Ca na folha diagnose da cultura da batata (Tabela 8). No desdobramento da interação, observou-se que os teores de Ca também diminuíram com o aumento das doses de K (Tabela 9), porém, linearmente, quando a adubação potássica foi aplicada unicamente no sulco de plantio, e de forma quadrática, quando aplicada de forma parcelada. Além disso, quando se aplicou a maior dose de K (400 kg ha⁻¹ de K₂O), a aplicação parcelada da adubação potássica proporcionou maior teor de Ca na folha da batateira em relação a aplicada unicamente no sulco de plantio. Fageira (1983) também observou diminuição na absorção de Ca por plantas de arroz cultivadas em solução nutritiva, em resposta ao aumento na disponibilidade de K na solução nutritiva. As diminuições nos teores de Ca se devem pelo fato de que doses altas de K podem interferir no equilíbrio eletroquímico das células, afetando a absorção e a disponibilidade fisiológica de Ca²⁺ e Mg²⁺ (REIS JÚNIOR et al., 1999). Apesar de observadas diminuições nos teores de Ca na folha da batateira com o aumento da adubação potássica (Tabelas 8 e 9), os mesmos permaneceram dentro da faixa de 10 a 20 g kg⁻¹, considerada adequada por Lorenzi et al. (1997), para a cultura da batata.

Tabela 9. Desdobramento da interação significativa entre dose e parcelamento da adubação potássica para teor de Ca na folha diagnose (Exp. III) da cultura da batata.

Parcelamento	Dose K ₂ O (kg ha ⁻¹)				Equação de regressão	R ²
	0	100	200	400		
	Teor de Ca (g kg ⁻¹)					
Plantio		13,4a	11,9a	10,3b	y = 14,01 - 0,0092**x	0,97
½ plant. + ½ cob.	13,8	13,4a	11,1a	12,1a	y = 14,18 - 0,019**x + 0,00003**x ²	0,75

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, dentro das doses de 100, 200 e 400 kg ha⁻¹ de K₂O, não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ns é não significativo; * e ** significativo a 5 e 1 % de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

No exp. I, foi observado o efeito da interação entre dose e parcelamento da adubação potássica sobre o teor de Mg na folha diagnose da cultura da batata (Tabela 10). No desdobramento da interação, verifica-se que o teor de Mg na folha diagnose da batateira sofreu redução quadrática em ambas as formas de aplicação (Tabela 11). Contudo, na dose de 100 kg ha⁻¹, observou-se que o teor de Mg foi maior quando a adubação potássica foi aplicada parcelada, em relação a aplicada unicamente no sulco de plantio. Nos experimentos II e III, os teores de Mg na folha diagnose foram reduzidos com

o aumento da dose de K aplicada (Tabela 10). Apesar das diminuições nos teores de Mg, observadas nos três experimentos, os valores obtidos encontram dentro ou acima da faixa (3,0 a 5,0 g kg⁻¹), considerada por Lorenzi et al. (1997) adequada para a batateira. Marques et al. (2011) estudando duas fontes de K em solo com teor de K de 0,2 mmol_c dm⁻³, também observou a diminuição nos teores de Mg e Ca na folha de berinjela, quando aumentou as doses da adubação potássica. Segundo Andrade et al. (2000), a redução no teor de Mg decorrente da adubação com K, ocorre pela absorção competitiva destes dois elementos. Marschner (1995) relatou que cátions como K⁺ e Ca²⁺ competem efetivamente com Mg²⁺ e diminuem grandemente sua absorção. Assim, o aumento das doses de K podem ter alterado a relação entre K, Ca e Mg, afetando a absorção de Ca e Mg, diminuindo os teores desses elementos na folha diagnose da batateira (Tabela 8, 9, 10 e 11). Essas interações ocorrem tanto nas plantas, assim como no solo, porque esses íons têm propriedades químicas específicas similares e podem competir na adsorção, absorção e transporte na superfície das raízes (REIS JÚNIOR; FONTES, 1999; FAGERIA et al., 1991). De fato, aplicações maciças de adubo potássico devem ser evitadas para prevenir a absorção de luxo e evitar a interferência na absorção de Mg e Ca pela planta (GOMIDE, 1986; KANG et al., 2014).

Tabela 10. Teores médios de Mg e S na folha diagnose da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	Mg			S		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹) (D)	(g kg ⁻¹)					
0	10,9	5,2	5,2	4,0	3,0	3,8
100	8,0	4,1	4,5	3,7	3,0	3,4
200	6,4	4,0	3,5	3,7	2,7	3,3
400	5,5	3,8	3,2	3,7	2,8	2,9
Efeito	(²)	(³)	(⁴)	ns	ns	ns
Parcelamento (S)						
Plantio	7,1b	4,3a	4,0a	3,8a	2,9a	3,3a
½ plant. + ½ cob.	8,3a	4,3a	4,1a	3,7a	2,8a	3,4a
Interação D x S ⁽¹⁾	*	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	10,9	9,3	34,8	11,7	11,5	19,5

Médias seguidas de letras iguais na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $y = 10,92 - 0,0323**x + 0,00048**x^2$ $R^2 = 0,99$. ⁽³⁾ $y = 5,13 - 0,0093**x + 0,00001*x^2$ $R^2 = 0,94$; ⁽⁴⁾ $y = 4,98 - 0,0049**x$ $R^2 = 0,87$. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Tabela 11. Desdobramento da interação significativa entre dose e parcelamento da adubação potássica para teor de Mg na folha diagnose (Exp. I) da cultura da batata.

Parcelamento	Dose K ₂ O (kg ha ⁻¹)				Equação de regressão	R ²
	0	100	200	400		
	Teor de Mg (g kg ⁻¹)					
Plantio	10,9	6,5b	5,7a	5,2a	$y = 10,68 - 0,041^{**}x + 0,00006^{**}x^2$	0,95
½ plant. + ½ cob.		9,6a	7,0a	5,9a	$y = 11,15 - 0,023^{**}x + 0,00002^{**}x^2$	0,96

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, dentro das doses de 100, 200 e 400 kg ha⁻¹ de K₂O, não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ns é não significativo; * e ** significativo a 5 e 1 % de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

O teor de S na folha diagnose não foi afetado pelos fatores estudados, em nenhum dos experimentos (Tabela 10). Os teores de S observados nas folhas das plantas da batateira estavam dentro da faixa de 2,5 a 5,0 g kg⁻¹ considerada adequada para a cultura da batata (LORENZI et al. 1997), em todos os tratamentos.

Apenas no exp. III, o teor de B na folha diagnose foi influenciado pela adubação potássica, com redução dos valores em função das diferentes doses de K aplicada (Tabela 12). Além disso, neste experimento, o teor de B foi maior quando a adubação potássica foi aplicada unicamente no sulco de plantio. Segundo Dibb e Thompson Junior (1985) podem ocorrer interações entre o K e micronutrientes, como o B, em que quando se tem maior disponibilidade de K diminui a absorção de B.

O teor de Cu não foi afetado pelos fatores estudados. Segundo Lorenzi et al. (1997), os teores de B e Cu na folha da batateira considerados dentro da faixa adequado estão entre 25 e 50 mg kg⁻¹ e 7 e 20 mg kg⁻¹, respectivamente. Somente para o exp. I os teores Cu na folha diagnose, ficaram acima desta faixa (Tabela 12). Estes valores elevados se devem à aplicação de oxicloreto de Cu, realizada na cultura da batata um dia antes da coleta para folha diagnose (Tabelas 2 e 3).

Os teores de Fe na folha diagnose não foram afetados pelos fatores estudados, em nenhum dos experimentos (Tabela 13). Os teores de Fe no experimento II e III ficaram acima da faixa de 50 a 100 mg kg⁻¹, considerada adequada para a cultura da batata (LORENZI et al., 1997), enquanto no exp. I os teores ficaram dentro do intervalo. Os elevados teores de Fe na folha diagnose da batateira, especialmente nos experimentos II e III, são reflexos da alta disponibilidade inicial desse micronutriente no solo (Tabela 1).

Tabela 12. Teores médios de B e Cu na folha diagnose da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	B			Cu		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹) (D)	(mg kg ⁻¹)					
0	34,4	40,0	50,3	482,9	14,3	19,0
100	33,7	38,7	45,4	477,6	16,1	17,2
200	35,3	36,2	43,9	372,1	16,9	14,6
400	30,6	37,5	35,0	518,3	17,8	13,8
Efeito	ns	ns	(²)	ns	ns	ns
Parcelamento (S)						
Plantio	31,7a	38,8a	46,4a	450,6a	16,1a	18,0a
½ plant. + ½ cob.	35,3a	38,4a	40,8b	474,8a	16,4a	14,3a
Interação D x S ⁽¹⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	23,1	13,2	12,9	43,8	16,6	34,2

Médias seguidas de letras iguais na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $50,16 - 0,037^{**}x$ $R^2 = 0,97$. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Tabela 13. Teores médios de Fe e Mn na folha da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	Fe			Mn		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹) (D)	(mg kg ⁻¹)					
0	78,9	542,6	879,4	139,7	83,3	134,7
100	78,5	544,5	708,9	146,7	95,5	170,9
200	63,5	552,0	746,5	113,4	95,3	164,8
400	57,5	487,2	574,3	128,7	99,7	178,6
Efeito	ns	ns	ns	ns	(²)	(³)
Parcelamento (S)						
Plantio	73,3a	520,8a	733,8a	129,8a	92,4a	158,7a
½ plant. + ½ cob.	65,8a	542,3a	720,8a	134,5a	94,4a	165,9a
Interação D x S ⁽¹⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	70,3	15,9	36,2	35,7	11,1	12,5

Médias seguidas de letras iguais na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $y = 87,29 + 0,0353^{*}x$ $R^2 = 0,72$; ⁽³⁾ $y = 146,4 + 0,0904^{**}$ $R^2 = 0,64$. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

O teor de Mn na folha diagnose foi incrementado pelo aumento das doses de adubação potássica nos experimentos II e III (Tabela 13). Dibb e Thompson Junior (1985) observaram aumento da absorção de Mn quando aplicaram K em diversas culturas, incluindo a aplicação de KNO₃ e K₂SO₄ na cultura do fumo, uma solanácea.

Segundo Ramani e Kannan (1974), os cátions K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} têm papel importante na regulação da absorção de Mn pelas plantas, esses cátions podem promover a absorção quando o Mn^{2+} está presente em menor quantidade na solução do solo ou prejudicar quando o micronutriente estiver presente em grande quantidade. Como pode ser observado na Tabela 1, os teores de Mn eram menores, e considerados médios (RAIJ et al., 1997), nos solos dos experimentos II e III, quando comparados com o experimento I, no qual era alto. Contudo, em todos os tratamentos e experimentos, os teores de Mn na folha diagnose encontravam-se dentro da faixa (30 a 250 $mg\ kg^{-1}$) considerada adequada para a cultura da batata (LORENZI et al., 1997). A ausência de efeitos expressivos dos fatores nos teores de Mn se deve também à aplicação de fungicidas (Tabelas 3, 4 e 5) que contem esse elemento em suas formulações (ex. Mancozebe).

Os teores de Zn na folha diagnose sofreram apenas efeito isolado entre os fatores estudados no experimento II (Tabela 14). O teor de Zn na folha diagnose foi maior quando a adubação potássica foi aplicada de forma parcelada, do que quando aplicada unicamente no sulco de plantio. Para o fator dose, observou-se aumento no teor de Zn até a dose estimada de 292 $kg\ ha^{-1}\ K_2O$ (Tabela 14). Os teores de Zn observados em todos os tratamentos e experimentos estavam dentro ou acima da faixa (20 a 60 $mg\ kg^{-1}$), considerada adequada para a cultura da batateira (LORENZI et al. 1997).

Tabela 14. Teores médios de Zn na folha da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	Zn		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K_2O ($kg\ ha^{-1}$) (D)	(mg kg^{-1})		
0	105,5	58,1	71,6
100	107,1	62,5	75,9
200	98,7	79,9	60,3
400	112,6	72,9	59,9
Efeito	ns	(2)	ns
Parcelamento (S)			
Plantio	104,8a	64,9b	68,4a
½ plant. + ½ cob.	107,1a	71,8a	65,4a
Interação D x S ⁽¹⁾	ns	ns	ns
CV (%)	30,0	12,4	21,5

Médias seguidas de letras iguais na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $y = 55,90 + 0,1519**x - 0,00026**x^2$ $R^2 = 0,79$. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Segundo Rosolem (2005), o K exerce maior influência na interação entre o P e Zn, do que unicamente no Zn. A aplicação de K diminui a intensidade da interação entre P x Zn, podendo melhorar a sua absorção (WARD et. al, 1963; ADRIANO et al., 1971). Além disso, o K pode ter maior ou menor influência na absorção de Zn, dependendo do pH do solo ou da concentração de Ca na solução, ficando difícil a caracterização da interação (LONERAGAN; WEBB, 1993).

6.2 Quantidade de Massa da matéria seca acumulada e extração de nutrientes

Com relação ao acúmulo de MS nas partes da planta e na planta inteira, somente no experimento I, houve efeito das doses da adubação potássica (Tabelas 15 e 16). As quantidades de MS acumuladas nas raízes, parte aérea e tubérculos, bem como na planta inteira foram incrementadas de forma quadrática com o aumento das doses de K até as doses estimadas de 349 e 340, 287 e 290 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente.

Tabela 15. Quantidade de massa da matéria seca acumulada nas raízes e parte aérea da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	MS de raízes			MS de parte aérea		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹) (D)	(kg ha ⁻¹)					
0	0,84	10,0	9,5	167,7	326,6	382,6
100	4,45	6,8	11,5	244,0	320,8	485,0
200	5,68	8,6	12,3	257,0	389,8	476,6
400	7,15	8,9	8,8	280,0	381,8	436,6
Efeito	(²)	ns	ns	(³)	ns	ns
Parcelamento (S)						
Plantio	4,2a	8,8a	10,3a	234,7a	356,5a	426,9a
½ plant. + ½ cob.	4,8a	8,4a	10,7a	239,6a	353,1a	463,5a
Interação D x S ⁽¹⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	35,4	29,3	34,4	21,4	23,1	20,8

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $y = 1,008 + 0,0349**x - 0,00005**x^2$ R² = 0,98; ⁽³⁾ $y = 172,84 + 0,6806**x - 0,0010*x^2$ R² = 0,95. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Efeitos da adubação potássica, ocorreram no exp. I, devido ao fato do teor de K trocável neste solo ser baixa (Tabela 1), o que limitou o crescimento das plantas na ausência e nas menores doses de K. Reis Júnior e Fontes (1999) não observaram efeito de doses de K nas produções de MS da parte aérea, folhas, caules e tubérculos da

cultura da batateira, mesmo em solo com baixo teor de K trocável ($1,38 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$), porém superior ao teor do solo do exp. I ($0,7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$).

Tabela 16. Quantidade de massa da matéria seca acumulada nos tubérculos e na planta inteira da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	MS de tubérculos			MS da planta inteira		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K_2O (kg ha^{-1}) (D)	(kg ha ⁻¹)					
0	1496	4065	4780	1666	4403	5172
100	4249	4085	5373	4498	4413	5870
200	4714	3955	5150	4978	4354	5639
400	4910	3782	4737	5198	4174	5183
Efeito	(²)	ns	ns	(³)	ns	ns
Parcelamento (S)						
Plantio	3917a	4097a	4913a	4162a	4463a	5351a
½ plant. + ½ cob.	3768a	3847a	5107a	4008a	4209a	5581a
Interação D x S ⁽¹⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	15,1	20,8	20,8	14,8	20,3	20,6

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $y = 1663,9 + 25,87^{**}x - 0,045^{**}x^2$ $R^2 = 0,95$; ⁽³⁾ $y = 1837,7 + 26,58^{**}x - 0,0458^{**}x^2$ $R^2 = 0,95$. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

A extração de N na batateira foi afetada pelos fatores isolados e pela interação entre eles apenas no exp. I (Tabela 17). Independentemente da forma de parcelamento, a adubação potássica aumentou o acúmulo de N pela cultura da batata, porém, de forma quadrática até a dose estimada de 259 kg ha^{-1} de K_2O , quando aplicado unicamente no sulco de plantio, e de forma linear, quando parcelado (Tabela 18). Além disso, com a aplicação da dose de 400 kg ha^{-1} de K_2O , o parcelamento resultou em maior extração de N, do que quando o fertilizante potássico foi aplicado unicamente no sulco de plantio. Esses resultados sugerem que o parcelamento da adubação potássica, quando se utilizada elevadas doses (400 kg ha^{-1} de K_2O) favorece a absorção de N, provavelmente por estimular o crescimento das plantas e/ou por retardar a senescência das mesmas.

A extração de P na batateira foi afetada apenas pelas doses da adubação potássica, no exp. I (Tabela 17). Houve incremento da extração de P com o aumento das doses de K até a dose máxima estimada de 272 kg ha^{-1} de K_2O . O aumento no acúmulo de P na planta de batata em função do aumento da adubação potássica, somente para o exp. I, foram decorrentes do aumento da produção de MS (Tabelas 15 e 16), já que

houve diminuição dos teores de P nas folhas (Tabelas 6 e 7) e, possivelmente, em toda a planta.

Tabela 17. Quantidades totais de N e P extraídas pela cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	N			P		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹) (D)	(kg ha ⁻¹)					
0	30,0	83,7	92,9	9,9	15,5	19,5
100	68,3	81,6	101,4	19,5	15,9	20,5
200	76,3	81,7	97,5	20,1	13,1	19,1
400	81,8	74,8	90,5	19,4	15,4	17,8
Efeito	(²)	ns	ns	(³)	ns	ns
Parcelamento (S)						
Plantio	61,3b	81,7a	92,1a	16,6a	16,5a	18,3a
½ plant. + ½ cob.	66,9a	79,2a	99,1a	17,9a	13,6a	20,2a
Interação D x S ⁽¹⁾	**	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	8,7	19,5	23,1	11,6	25,1	20,0

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $y = 32,23 + 0,3627**x - 0,0006**x^2$ R² = 0,96; ⁽³⁾ $y = 10,66 + 0,0872**x - 0,00016**x^2$ R² = 0,91. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Tabela 18. Desdobramento da interação significativa entre dose e parcelamento da adubação potássica para quantidade total de N extraída (Exp. I) pela cultura da batata.

Parcelamento	Dose K ₂ O (kg ha ⁻¹)				Equação de regressão	R ²
	0	100	200	400		
	Extração de N (kg ha ⁻¹)					
Plantio	30,0	67,4a	79,7a	68,1b	$y = 31,1 + 0,415**x - 0,0008**x^2$	0,99
½ plant. + ½ cob.		69,2a	72,9a	95,5a	$y = 41,12 + 0,1471**x$	0,85

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, dentro das doses de 100, 200 e 400 kg ha⁻¹ de K₂O, não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ns é não significativo; * e ** significativos a 5 e 1 % de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Em todos os experimentos, houve aumento quadrático da extração de K pela cultura da batata em função do aumento das doses de K (Tabela 19). As maiores extrações foram alcançadas com as doses estimada de 350, 282 e 281 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente, nos experimentos I, II e III. Apenas no exp. II houve efeito da forma de parcelamento da adubação potássica, com maior extração de K quando a adubação foi feita unicamente no sulco de plantio. Os resultados demonstram que a absorção K pela planta de

batata foi crescente conforme se aumentou a disponibilidade de K no solo, mesmo não ocorrendo incremento de MS na planta, conforme observado nos experimentos II e III (Tabela 15 e 16). De acordo com Pauletti e Menarin (2004), o excesso de K fornecido às plantas de batata faz com que ocorra o aumento de sua absorção e acúmulo pela planta. Oliveira et al. (1996), também concluíram que a absorção do K cresce à medida que aumenta a quantidade de K disponível no solo. Quando a quantidade de K no solo é superior à necessidade da planta, pode ocorrer o "consumo de luxo", que não reflete em maior produção e crescimento da planta (BREGAGNOLI, 2006; KANG et al., 2014).

Tabela 19. Quantidades totais de K e Ca extraídas pela cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	K			Ca		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹) (D)	(kg ha ⁻¹)					
0	16,1	66,9	95,9	9,0	18,6	19,5
100	68,8	132,0	140,6	23,0	17,7	23,0
200	110,0	136,8	173,5	25,5	18,5	21,8
400	126,6	139,5	161,9	30,2	18,0	21,4
Efeito	(2)	(3)	(4)	(5)	ns	ns
Parcelamento (S)						
Plantio	80,2a	128,8a	136,1a	21,0b	18,0a	20,0a
½ plant. + ½ cob.	80,5a	108,7b	149,8a	22,9a	18,3a	22,8a
Interação D x S ⁽¹⁾	ns	ns	ns	*	ns	ns
CV (%)	14,1	22,1	37,1	9,9	20,5	28,2

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $y = 15,30 + 0,651^{***}x - 0,00093^{***}x^2$ $R^2 = 0,99$; ⁽³⁾ $y = 71,68 + 0,580^{**}x - 0,00103^{**}x^2$ $R^2 = 0,92$; ⁽⁴⁾ $y = 94,77 + 0,5959^{*}x - 0,00106^{*}x^2$ $R^2 = 0,99$; ⁽⁵⁾ $y = 9,943 + 0,125^{**}x - 0,000188^{**}x^2$ $R^2 = 0,95$. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Para a extração de Ca, verificou-se efeito de dose, parcelamento e da interação entre estes fatores apenas no exp. I (Tabela 19). Houve aumento na extração de Ca em função do incremento das doses de K, independentemente da forma de parcelamento utilizada (Tabela 20). Fato que também se atribui ao aumento de MS na cultura em função do aumento da adubação potássica, ocorrido somente no exp. I (Tabela 15 e 16). Na dose de 100 kg ha⁻¹ de K₂O, quando a adubação potássica foi aplicada de maneira parcelada resultou em maior acúmulo de Ca do que quando o fertilizante potássico foi aplicado unicamente no sulco de plantio.

Tabela 20. Desdobramento da interação significativa entre doses e parcelamento da adubação potássica para quantidade total de Ca extraída (Exp. I) pela cultura da batata.

Parcelamento	Dose K ₂ O (kg ha ⁻¹)				Equação de regressão	R ²
	0	100	200	400		
	Extração de Ca (kg ha ⁻¹)					
Plantio		20,2b	26,1a	28,7a	$y = 9,1 + 0,124^{**}x - 0,00018^{**}x^2$	0,99
½ plant. + ½ cob.	9,0	25,9a	25,0a	31,6a	$y = 10,7 + 0,126^{**}x - 0,00018^{**}x^2$	0,87

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, dentro das doses de 100, 200 e 400 kg ha⁻¹ de K₂O, não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ns é não significativo; * e ** significativo a 5 e 1 % de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

A extração de Mg foi afetada somente pelas doses e pela interação entre doses e parcelamento da adubação potássica, apenas no exp. I (Tabela 21). O acúmulo de Mg pela cultura de batata aumentou em função do aumento das doses de K, independentemente, da forma de parcelamento (Tabela 22). Contudo, na dose de 200 kg ha⁻¹ de K₂O, a aplicação de K feita unicamente no sulco de plantio resultou no maior acúmulo de Mg do que quando o fertilizante potássico foi aplicado parcelado, enquanto que na maior dose de K, o maior acúmulo de Mg ocorreu quando a adubação foi parcelada. No exp. I, a extração de S foi afetada apenas pelas doses de K (Tabela 21), com incrementos até a dose estimada de 275 kg ha⁻¹ de K₂O. Os resultados das quantidades extraídas de Mg e S também estão mais relacionados com o efeito das doses de K na produção de MS, do que no teor destes nutrientes nas batateiras.

Tabela 21. Quantidades totais de Mg e S extraídas pela cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	Mg			S		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹) (D)	(kg ha ⁻¹)					
0	1,5	7,0	6,9	2,2	5,1	7,9
100	5,9	6,8	8,5	6,2	5,4	8,8
200	7,4	6,6	8,7	6,3	4,8	9,8
400	8,2	5,7	7,2	6,7	4,8	8,4
Efeito	(²)	ns	ns	(³)	ns	ns
Parcelamento (S)						
Plantio	5,7a	6,8a	7,3a	5,6a	5,0a	8,8a
½ plant. + ½ cob.	5,7a	6,3a	8,4a	5,1a	5,1a	8,7a
Interação D x S ⁽¹⁾	**	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	8,5	18,6	24,8	13,3	23,2	24,9

Médias seguidas de letras iguais na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $y = 1,676 + 0,0446^{**}x - 0,00007^{**}x^2$ R² = 0,98; ⁽³⁾ $y = 2,586 + 0,033^{**}x - 0,00006^{**}x^2$ R² = 0,90. ns é não significativo * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Tabela 22. Desdobramento da interação significativa entre doses e parcelamento da adubação potássica para quantidade total de Mg extraída (Exp. I) pela cultura da batata.

Parcelamento	Dose K ₂ O (kg ha ⁻¹)				Equação de regressão	R ²
	0	100	200	400		
	Extração de Mg (kg ha ⁻¹)					
Plantio		6,0a	7,9a	7,6b	$y = 1,61 + 0,050^{**}x - 0,00008^{**}x^2$	0,99
½ plant. + ½ cob.	1,5	5,7a	6,9b	8,8a	$y = 1,74 + 0,039^{**}x - 0,00005^{**}x^2$	0,97

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, dentro das doses de 100, 200 e 400 kg ha⁻¹ de K₂O, não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ns é não significativo; * e ** significativo a 5 e 1 % de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Com respeito às quantidades extraídas de B e Cu, observou-se somente efeito do aumento das doses da adubação potássica, no exp. I (Tabela 23). As quantidades de B e Cu extraídas aumentaram até as doses estimadas de 303 e 295 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. O incremento nas quantidades de B e Cu absorvidas pela cultura da batata, em função do aumento da adubação potássica, em solo com baixa disponibilidade de K, pode estar relacionada com o aumento da produção de MS pelas plantas (Tabelas 15 e 16).

Tabela 23. Quantidades totais de B e Cu extraídas pela cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	B			Cu		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹) (D)	(g ha ⁻¹)					
0	50,4	314,9	179,8	33,6	76,0	55,8
100	131,3	315,5	206,5	83,1	64,6	70,8
200	136,2	314,5	194,6	83,8	67,9	69,6
400	153,2	294,3	182,7	91,4	64,1	61,1
Efeito	(²)	ns	ns	(³)	ns	ns
Parcelamento (S)						
Plantio	119,9a	320,7a	188,0a	72,7a	67,5a	59,6a
½ plant. + ½ cob.	115,7a	299,0a	190,3a	73,3a	68,8a	69,0a
Interação D x S ⁽¹⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	12,1	22,5	21,2	12,9	20,7	27,2

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $y = 56,8 + 0,6866^{**}x - 0,00112^{**}x^2$ R² = 0,92; ⁽³⁾ $y = 37,77 + 0,4134^{**}x - 0,0007^{**}x^2$ R² = 0,89. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

A extração de Fe foi afetada significativamente pela dose e parcelamento do K aplicado, nos experimentos I e II (Tabela 24). No exp. I houve

incremento na extração de Fe com o aumento da dose de K aplicada, porém, no experimento II, observou-se comportamento contrário. Em ambos os experimentos, verificou-se maior extração de Fe quando o fertilizante K foi aplicado unicamente no sulco de plantio.

Tabela 24. Quantidades totais de Fe e Mn extraídas pela cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	Fe			Mn		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹) (D)	(g ha ⁻¹)					
0	336	922	985	20,2	88,8	180,4
100	1274	1151	1115	64,3	117,8	244,8
200	1220	716	1012	77,0	103,4	251,9
400	1566	895	931	90,6	124,5	239,8
Efeito	(2)	(3)	ns	(4)	(5)	ns
Parcelamento (S)						
Plantio	1182a	984a	952a	66,3a	112,2a	222,5a
½ plant. + ½ cob.	1016b	858b	1070a	59,7a	105,1a	235,9a
Interação D x S ⁽¹⁾	ns	ns	ns	ns	ns	*
CV (%)	11,2	19,9	27,6	18,5	24,1	28,8

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $y = 429,28 + 7,0141**x - 0,0106**x^2$ $R^2 = 0,87$; ⁽³⁾ $y = 978 - 0,325x$ $R^2 = 0,90$; ⁽⁴⁾ $y = 22,51 + 0,421**x - 0,00063**x^2$ $R^2 = 0,97$; ⁽⁵⁾ $y = 96,22 + 0,071*x$ $R^2 = 0,58$. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Para a extração de Mn pela cultura de batata, verificou-se efeito somente das doses da adubação potássica, nos experimentos I e II (Tabela 24). Houve incremento linear na absorção de Mn com o aumento da adubação potássica no exp. II; contudo, no exp. I o incremento se deu com o aumento da adubação potássica até a dose estimada de 334 kg ha⁻¹ de K₂O. No exp. III, observou-se efeito de interação entre dose e parcelamento da adubação potássica (Tabela 24). No desdobramento da interação, verificou-se que quando a adubação potássica foi aplicada unicamente no sulco de plantio, o acúmulo de Mn na planta aumentou de forma quadrática, enquanto que o acúmulo de Mn aumentou linearmente quando a adubação potássica foi aplicada parcelada (Tabela 25). Na maior dose de K, o acúmulo de Mn na planta inteira foi maior quando a adubação de K foi aplicada de forma parcelada. O aumento na extração de Mn se deveu à interação entre o Mn e os cátions K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺, que tem papel fundamental na regulação da sua absorção.

Dibb e Thompson Junior (1985) também observaram aumento da absorção de Mn quando aplicaram K em diversas culturas. Segundo Ramani e Kannan (1974), os cátions K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} tanto promovem a absorção de Mn^{2+} , quando este é presente em baixas quantidades, quanto reduz sua absorção, quando o Mn^{2+} está presente em alta quantidade, que inclusive podem ser tóxicas.

Tabela 25. Desdobramento da interação significativa entre doses e parcelamento da adubação potássica para quantidade total de Mn extraída (Exp. III) pela cultura da batata.

Parcelamento	Dose K_2O (kg ha ⁻¹)				Equação de regressão	R ²
	0	100	200	400		
	Extração de Mn (g ha ⁻¹)					
Plantio	180	265a	271a	173b	$y = 183 + 0,97*x - 0,002*x^2$	0,98
½ plant. + ½ cob.		224a	232a	306a	$y = 183,3 + 0,03*x$	0,96

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, dentro das doses de 100, 200 e 400 kg ha⁻¹ de K_2O , não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ns é não significativo; * e ** significativo a 5 e 1 % de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Similarmente à maioria dos nutrientes supracitada, o acúmulo de Zn na batateira foi afetado apenas pelas doses da adubação potássica, no exp. I (Tabela 26). O acúmulo de Zn aumentou com a adubação de potássica até a dose estimada de 295 kg ha⁻¹ de K_2O .

Tabela 26. Quantidade total de Zn extraída pela cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	Zn		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K_2O (kg ha ⁻¹) (D)	(g ha ⁻¹)		
0	40,0	120,2	135,7
100	106,0	117,1	124,5
200	121,0	129,4	132,5
400	124,9	114,9	133,6
Efeito	(2)	ns	ns
Parcelamento (S)			
Plantio	98,4a	119,9a	129,2a
½ plant. + ½ cob.	97,5a	121,0a	133,9a
Interação D x S ⁽¹⁾	ns	ns	ns
CV (%)	10,6	21,9	22,1

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $y = 43,54 + 0,643**x - 0,0011**x^2$ R² = 0,96. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Em solo com baixo teor de K trocável (Exp. I) e na ausência de adubação potássica, a extração de nutrientes pela cultura da batata, cv. Ágata, apresentou a seguinte ordem decrescente: N>K>P>Ca>S>Mg>Fe>B>Zn>Cu>Mn. Já nos demais tratamentos, ou seja, em solos com média e alta disponibilidade de K e/ou com o uso de adubação potássica, a extração de nutrientes teve, em média, a seguinte ordem decrescente: K>N>Ca>P>Mg=S>Fe>B>Mn>Zn>Cu. Fernandes et. al. (2011) e Soratto et. al. (2011), estudando a extração de nutrientes pela cv. Ágata, em solo com elevada disponibilidade de K e aplicação de 255 kg ha⁻¹ de K₂O, observaram quantidades semelhante de macronutrientes extraídos e a seguinte ordem decrescente de extração: K>N>Ca>P>Mg>S>Fe>Mn>Zn>Cu>B, indicando apenas variação na extração dos micronutrientes.

6.3 Número de tubérculos por planta, peso médio e produtividade de tubérculos

O número total de tubérculos por planta sofreu influência somente do fator dose da adubação potássica, nos experimentos II e III (Tabela 27). No exp. II, houve aumento linear, já no exp. III o aumento se deu até a dose estimada de 246 kg ha⁻¹ de K₂O. Reis Júnior e Fontes (1999), em solo com 1,4 mmol_c dm⁻³ de K trocável, não observaram efeito de doses de K sobre o número tubérculos. Pauletti e Menarin (2004) também não observaram aumento no número de tubérculos totais com o aumento das doses de K₂O para a cv. Bintje, em solo com 3,7 mmol_c dm⁻³ de K. Isso se deve ao fato do K estar mais relacionado com o enchimento dos tubérculos, devido a sua ação na formação dos carboidratos, na transformação destes em amido e no transporte da folha até serem estocados nos tubérculos (DARWISH, 2004), exercendo mais influência sobre a porcentagem de tubérculos graúdos e de maior peso (GRUNER 1963) e não à diferenciação de maior número de tubérculos na planta.

O peso médio de tubérculos foi afetado significativamente apenas pelas doses da adubação potássica, nos experimentos I e III (Tabela 27). No exp. I, o peso médio de tubérculos aumentou em função da adubação potássica até a dose estimada de 307 kg ha⁻¹ de K₂O, já no exp. III, houve aumento linear até a maior dose utilizada. Contudo, vale destacar que, especialmente na ausência da aplicação de K, o peso médio de tubérculo foi muito menor no exp. I, do que nos demais experimentos. Isso evidencia a importância do adequado suprimento de K na produção de tubérculos de maior peso e calibre. Segundo Darwish (2004), o K atua na formação dos carboidratos e na

transformação destes em amido, favorecendo o transporte da folha até serem estocados nos tubérculos. Dessa forma, o K influencia de forma positiva a porcentagem de tubérculos graúdos e de maior peso (GRUNER 1963).

Tabela 27. Número de tubérculos por planta e peso médio de tubérculo da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	Nº de tubérculos por planta			Peso médio de tubérculo		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹) (D)	(nº. planta ⁻¹)			(g)		
0	11,7	9,0	9,4	30,7	75,7	68,4
100	12,6	9,9	10,1	51,4	79,1	73,9
200	12,0	9,8	11,8	59,9	86,0	73,7
400	12,7	10,7	10,6	62,1	78,7	83,7
Efeito	ns	(2)	(3)	(4)	ns	(5)
Parcelamento (S)						
Plantio	14,4a	9,6a	10,6a	51,2a	81,0a	74,0a
½ plant. + ½ cob.	12,1a	10,1a	10,3a	50,9a	78,8a	75,8a
Interação D x S ⁽¹⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	11,9	11,1	12,0	11,2	15,6	12,7

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $y = 9,222 + 0,00387**x$ $R^2 = 0,87$; ⁽³⁾ $y = 9,265 + 0,0177**x - 0,000036**x^2$ $R^2 = 0,81$; ⁽⁴⁾ $y = 31,352 + 0,2213**x - 0,00036**x^2$ $R^2 = 0,99$; ⁽⁵⁾ $y = 68,64 + 0,03616**x$ $R^2 = 0,93$. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

As produtividades total e comercial de tubérculos foram afetadas apenas pelas doses da adubação potássica, em todos os experimentos (Tabela 28). No experimento I, as produtividades total e comercial aumentaram de forma quadrática com a adubação potássica até as doses estimadas de 325 e 319 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. Já nos experimentos II e III, só houve aumento das produtividades total e comercial até aproximadamente à dose de 200 kg ha⁻¹ de K₂O. Destaca-se que, no solo com baixo teor de K trocável (Exp. I), a adubação potássica praticamente dobrou as produtividades total de tubérculos de tubérculos, enquanto no exp. II incrementou apenas em cerca de 22% e no exp. III em 33% (Tabela 28 e Figura 4). Além disso, é importante notar que, especialmente na ausência de adubação potássica, as produtividades total e comercial de tubérculos nos experimentos II e III foram muito maiores que no exp. I, indicando que a disponibilidade de K no solo influencia fortemente a resposta da cultura à adubação potássica (Figura 4). Contudo, mesmo em solo com alto teor de K trocável (3,7 mmolc dm⁻³) foi possível obter incremento significativo de produtividade com aplicação de até 200 kg ha⁻¹ de K₂O.

Cardoso et al. (2007), estudando doses e parcelamento da adubação potássica na cv. Vivaldi, em solo com baixo teor de K trocável, também obtiveram aumento na produtividade de tubérculos totais e de grãos. Reis (2008), estudando o efeito de diferentes fontes e doses de K em solo com teor inicial de $0,3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, verificou que a dose que proporcionou a máxima produtividade de tubérculos ($50,5 \text{ t ha}^{-1}$), foi de 400 kg ha^{-1} de K_2O , independente da fonte utilizada (cloreto de potássio ou sulfato de potássio). Em solo com teor de $1,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K trocável, ou seja, relativamente baixo, Fontes et al. (1996) observaram que a adubação potássica aumentou a produtividade de tubérculos, com a produtividade máxima de $30,5 \text{ t ha}^{-1}$ sendo alcançada com a dose de $353,4 \text{ kg ha}^{-1}$ de K_2O . Por outro lado, Panique et al. (1997) não observaram aumento na produtividade de tubérculos, devido à adubação potássica, quando os teores de K trocável no solo estavam na faixa de $3,0$ a $4,7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Nava et al. (2007), trabalhando em solo com elevado teor de k trocável ($3,1 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$), também não verificaram aumento na produtividade de tubérculo até a dose de 300 kg ha^{-1} de K_2O . Pauletti e Menarin (2004) não observaram aumento nas produtividades total e de tubérculos grandes com o aumento das doses de K_2O , porém observaram queda na produção com o aumento das doses de KCl até 600 kg ha^{-1} K_2O para a cv. Bintje, em solo com teor de K trocável de $3,7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

Tabela 28. Produtividade total e comercial de tubérculos da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	Produtividade total			Produtividade comercial		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K_2O (kg ha^{-1}) (D)	(kg ha^{-1})					
0	15787	28477	27016	14293	28346	26801
100	26839	32547	31128	26538	32460	30859
200	29801	34698	36087	29564	34598	35688
400	32764	35275	36649	32509	35125	36414
Efeito	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Parcelamento (S)						
Plantio	26827a	32274a	32718a	26244a	32151a	32416a
$\frac{1}{2}$ plant. + $\frac{1}{2}$ cob.	25769a	33224a	32722a	25208a	33113a	32464a
Interação D x S ⁽¹⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	13,0	13,2	16,3	12,8	13,2	16,2

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $y = 16368 + 105,44**x - 0,1623**x^2$ $R^2 = 0,97$; ⁽³⁾ $y = 35502**/(1+\exp(-(x + 131,3*) / 94,2))$ $R^2 = 0,99$; ⁽⁴⁾ $y = 37538**/(1+\exp(-(x + 105,99*)/116,5))$ $R^2 = 0,99$; ⁽⁵⁾ $y = 14963 + 116,096**x - 0,1819**x^2$ $R^2 = 0,97$; ⁽⁶⁾ $y = 35346**/1+\exp(-(x + 128,3*) / 92,14))$ $R^2 = 0,99$; ⁽⁷⁾ $y = 37306**/(1+\exp(-(x + 107,9*) / 119,3))$ $R^2 = 0,99$. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Kang et al. (2014), observaram que os aumentos na produtividade de tubérculos de duas cultivares de batata se deram com o aumento das doses de K enquanto os níveis disponíveis de K no solo ainda se encontravam em uma faixa considerada baixa para a demanda da planta, mas à medida que os níveis foram aumentando com a adubação não se obteve mais resposta de produtividade. Estes autores, também observaram que absorção de K pelas plantas continuou a aumentar com o aumento da disponibilidade de K, o que sugere que a cultura da batata extraiu mais K do que a sua necessidade, quando a disponibilidade de K era alta.

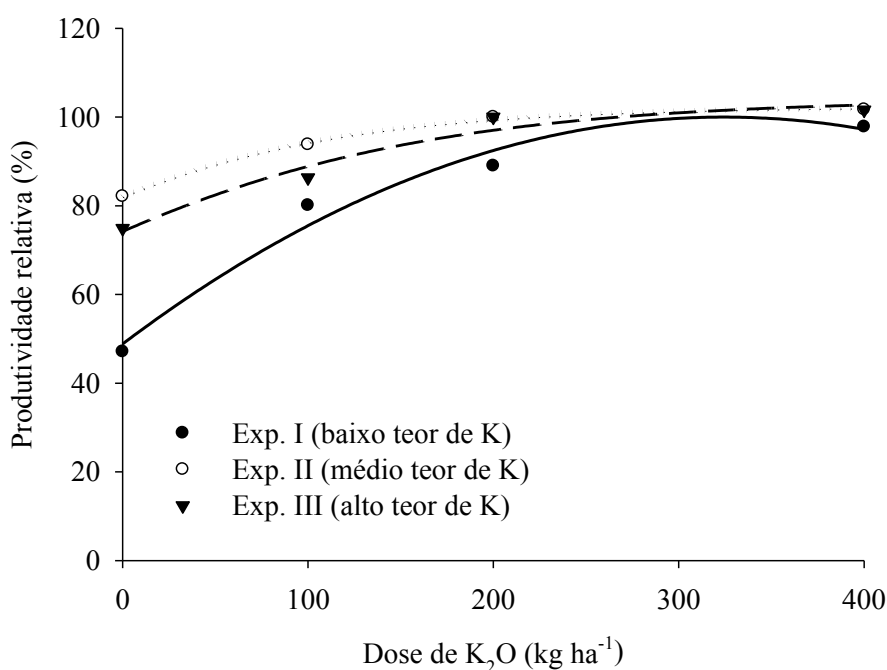


Figura 4. Produtividade relativa de tubérculos da cultura da batata em função de doses da adubação potássica, em solos com baixa, média e alta disponibilidade de K.

A produtividade de tubérculos não foi influenciada pelo parcelamento da adubação (Tabela 28), o que pode ser explicado pelo fato dos experimentos terem sido conduzidos em solos de textura argilosa (Tabela 1). Além disso devido ao fertilizante ser misturado ao solo imediatamente antes do plantio dos tubérculos-sementes, pode ter reduzido o contato direto dos mesmos, bem como das raízes das plântulas com o fertilizante.

Nos três experimentos as produtividades de tubérculos classificados como especial sofreram o efeito apenas pelas doses da adubação potássica

(Tabela 29). Para o exp. I, a produtividade da classe especial aumentou com a adubação potássica até a dose estimada de 380 kg ha⁻¹ de K₂O. Semelhante ao encontrado por Cardoso (2007), obtendo aumento na produção de tubérculos graúdos até a dose máxima estudada por ele de 350 kg ha⁻¹ de K₂O, para a cv. Vivaldi em solo com baixo teor de K trocável. Nos experimentos II e III, observou-se aumentos significativos nas produtividades da classe especial até as doses aproximadas de 200 kg ha⁻¹ de K₂O, semelhantes aos resultados encontrados nas produtividades totais e comerciais (Tabela 28), o que se deve pela influência direta que os tubérculos classificados como especial podem ter na produtividade total e comercial de uma lavoura de batata. Mallmann (2001) observou aumento na produtividade de tubérculos da classe especial como resposta as doses crescentes até 480 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizando-se de KCl como fonte de K, em solo com teor considerado baixo de K trocável na solução do solo. No entanto, no mesmo estudo Mallmann (2001), também observou que com dosagens maiores de K, a produtividade comercial tendeu a decrescer de forma semelhante à obtida para a produtividade total, que é caracterizado por ele com um possível efeito tóxico do Cl e/ou salino do KCl, como é citado por Malavolta (1982).

Tabela 29. Produtividade de tubérculos das classes especial e primeira da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	Produtividade classe especial			Produtividade classe primeira		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹) (D)	(kg ha ⁻¹)					
0	704	20433	17002	9814	7031	8152
100	5680	24980	22217	18264	6531	6966
200	8749	26534	24378	19132	7140	9461
400	11198	27465	25546	19580	6462	9209
Efeito	(2)	(3)	(4)	(5)	ns	ns
Parcelamento (S)						
Plantio	6568a	24863a	21742a	17243a	6322b	8893a
½ plant. + ½ cob.	6597a	24844a	22830a	16152a	7260a	8001a
Interação D x S ⁽¹⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	28,3	18,3	20,4	22,0	18,3	33,5

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $y = 759,72 + 54,9506**x - 0,0722**x^2$ $R^2 = 0,99$; ⁽³⁾ $y = 27482**/(1+\exp(-(x + 88,8**/83,21)))$ $R^2 = 0,99$; ⁽⁴⁾ $y = 25627**/(1+\exp(-(x + 57,8**/84,9)))$ $R^2 = 0,99$; ⁽⁵⁾ $y = 10399,73 + 76,567**x - 0,1352**x^2$ $R^2 = 0,93$. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

A produtividade classificada como primeira sofreu efeito das doses de K apenas no exp. I, enquanto que no exp. II sofreu efeito apenas da forma de parcelamento da adubação potássica (Tabela 29). No exp. I, o aumento da produtividade da classe primeira tendeu a crescer a adubação potássica até a dose estimada de 283 kg ha⁻¹ de K₂O. No exp. II, observou-se que a adubação potássica colocada unicamente no plantio, proporcionou uma produção menor de tubérculos da classe primeira do que quando foi à adubação foi aplicada parcelada.

As produtividades de tubérculos classificadas como segunda e miúda sofreram efeito das doses da adubação potássica somente no exp. I (Tabela 30), havendo diminuição dessas variáveis com o aumento das doses de K. Fato que se deveu pela baixa disponibilidade de K trocável na solução do solo (Tabela 1), o que impossibilitou o enchimento dos tubérculos, proporcionando maiores quantidades de tubérculos destas classes, ou seja, com menor peso médio (Tabela 27). Como já citado, o K atua na formação dos carboidratos e na transformação destes em amido, favorecendo o transporte da folha até serem estocados nos tubérculos, influenciando de forma positiva a porcentagem de tubérculos graúdos e de maior peso (GRUNER 1963; DARWISH, 2004).

Tabela 30. Produtividade de tubérculos das classes segunda e miúda da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	Produtividade classe segunda			Produtividade classe miúda		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹) (D)	(kg ha ⁻¹)					
0	3775	881	1647	1493,7	131,2	215,7
100	2594	948	1677	301,0	87,6	268,3
200	1683	923	1849	236,3	99,8	398,6
400	1730	1198	1658	255,1	149,0	235,3
Efeito	(²)	ns	ns	(³)	ns	ns
Parcelamento (S)						
Plantio	2432a	966a	1782a	582,7a	122,8a	301,6
½ plant. + ½ cob.	2459a	1009a	1634a	560,3a	111,0a	257,3
Interação D x S ⁽¹⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	33,1	32,6	35,9	151,7	44,6	63,4

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $y = 3803,8 - 15,42**x + 0,0255**x^2$ $R^2 = 0,99$. ⁽³⁾ $y = 1405,5 - 10,65**x + 0,0196*x^2$ $R^2 = 0,91$. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

6.4 Percentagem de Massa de matéria seca nos tubérculos

A percentagem de MS nos tubérculos sofreu influência apenas para dose de K, no exp. II (Tabela 31). A percentagem de MS diminuiu com o aumento da adubação de K até a dose estimada de 342 kg ha⁻¹ de K₂O. Vale destacar que, independentemente da adubação potássica, a percentagem de MS dos tubérculos sempre foi menor do que o requerido pelas indústrias de processamento (MS>20%) (PEREIRA et al., 2007), característica da cultivar Ágata. Cardoso et al. (2007), estudando a qualidade de tubérculos de batata em função de doses e parcelamento de N e K não verificaram incrementos na percentagem de MS de tubérculos, em função do acréscimo das doses de N e K. Quadros (2007) também observou uma redução na percentagem de MS com o aumento da dose de K, semelhante ao obtido por Westermann et al. (1994) ao avaliar o efeito de diferentes doses e fontes de K. Segundo Reis Júnior e Fontes (1996), a aplicação excessiva de K também pode reduzir a percentagem de MS nos tubérculos, já que o aumento da absorção e o acúmulo de K nas plantas reduzem o potencial osmótico e aumenta a absorção de água, o que causa a diluição dos teores de matéria seca e amido dos tubérculos.

Tabela 31. Percentagem de massa de matéria seca nos tubérculos da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	Massa de Matéria Seca		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹) (D)	(%)		
0	16,5	15,8	16,3
100	18,2	14,6	16,0
200	17,6	14,0	15,7
400	16,9	13,6	15,3
Efeito	ns	(²)	ns
Parcelamento (S)			
Plantio	17,0a	14,6a	15,7a
½ plant. + ½ cob.	17,6a	14,4a	16,0a
Interação D x S ⁽¹⁾	ns	ns	ns
CV (%)	10,3	6,5	5,2

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $y = 15,85 - 0,013**x + 0,000019*x^2$ $R^2 = 0,99$. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente

6.5 Exportação de nutrientes pelos tubérculos

No exp. I houve efeito da interação entre os fatores estudados sobre a exportação de N pelos tubérculos da batateira e, no exp. III, observou-se efeito apenas do fator dose de K (Tabela 32). No exp. I houve aumento linear na exportação de N quando a adubação potássica foi aplicada parcelada, mas quando foi aplicada unicamente no sulco de plantio o aumento se deu apenas até a dose estimada de 258 kg ha⁻¹ de K₂O (Tabela 33). Na maior dose de K estudada, a exportação de N pelos tubérculos foi maior quando a adubação potássica foi aplicada de maneira parcelada do que quando aplicada unicamente no sulco plantio. No exp. III, o aumento da exportação de N foi linear com o aumento das doses de K₂O (Tabela 32). O K pode estar envolvido na absorção de NO₃⁻, que é a forma predominante de N no solo, mediante dois processos. No primeiro, o K é co-transportador no xilema, sendo um cátion acompanhante do NO₃⁻ (BLEVINS, 1985). Além disso, pelo fato do NO₃⁻ ser absorvido pelas raízes via processo ativo, a absorção deste ânion pode ser afetada pela influência do K na translocação de fotoassimilados necessários para o processo ativo (ASHLEY; GOODSON, 1972; STREETER; BARTA, 1984).

Para a exportação de P pelos tubérculos da batateira, observou-se o efeito das doses de K, nos três experimentos (Tabela 32). No exp. I, o aumento se deu com o aumento da adubação potássica até a dose estimada de 369 kg ha⁻¹ de K₂O. No exp. II, houve redução na exportação de P em decorrência do aumento da adubação potássica. No exp. III, o aumento no teor de P se deu linearmente com o aumento da adubação potássica.

A redução da exportação de P em função da adubação potássica, observada no exp. II, está relacionada, provavelmente, à redução da percentagem de MS nos tubérculos (Tabela 31), devido ao aumento do teor água nos mesmos e possível diminuição no acúmulo de amido, observadas nesse experimento. Westermann et al. (1994) e Bregagnoli (2006) observaram que o aumento da dose de K (KCl ou K₂SO₄) propicia diminuição no amido devido à elevação da quantidade de água nos tubérculos. Imas e Bansal (1999) relataram que alta concentração de K nos tubérculos aumenta a absorção de água, isso devido aos efeitos osmóticos de concentrações aumentadas do mineral no tecido (STARK et al., 2007). Além disso, segundo Sharma e Arora (1988), o P está relacionado com a translocação e amido e açúcares para o tubérculo da batateira.

Tabela 32. Quantidades de N e P exportadas pelos tubérculos da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	N			P		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹) (D)	(kg ha ⁻¹)					
0	38,6	60,5	58,7	10,1	12,2	8,6
100	52,6	66,7	62,4	15,3	10,1	9,7
200	56,3	63,2	72,8	20,1	9,4	10,9
400	65,9	68,5	75,5	22,3	9,8	12,5
Efeito	(2)	ns	(3)	(4)	(5)	(6)
Parcelamento (S)						
Plantio	49,6b	63,1a	66,2a	17,6a	9,8b	10,2a
½ plant. + ½ cob.	57,0a	66,4a	68,5a	16,3a	10,8a	10,6a
Interação D x S ⁽¹⁾	**	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	15,8	11,5	10,4	17,8	15,3	13,7

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $y = 42,26 + 0,0633**x$ $R^2 = 0,91$; ⁽³⁾ $y = 59,7 + 0,0438**x$ $R^2 = 0,86$; ⁽⁴⁾ $y = 9,93 + 0,0679**x - 0,000092**x^2$ $R^2 = 0,99$; ⁽⁵⁾ $y = 12,16 - 0,023**x + 0,000043**x^2$ $R^2 = 0,99$; ⁽⁶⁾ $y = 8,74 + 0,00987**x$ $R^2 = 0,98$. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Tabela 33. Desdobramento da interação significativa entre dose e parcelamento da adubação potássica para quantidade de N exportada (Exp. I) pelos tubérculos da cultura da batata.

Parcelamento	Dose K ₂ O (kg ha ⁻¹)				Equação de regressão	R ²
	0	100	200	400		
	Exportação de N (kg ha ⁻¹)					
Plantio		50,4a	57,7a	51,9b	$y = 38,41 + 0,155**x - 0,0003*x^2$	0,99
½ plant. + ½ cob.	38,6	54,6a	55,0a	79,8a	$y = 40,06 + 0,097**x$	0,94

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, dentro das doses de 100, 200 e 400 kg ha⁻¹ de K₂O, não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ns é não significativo; * e ** significativo a 5 e 1 % de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

A exportação de K foi incrementada pelo aumento da dose de K em todos os experimentos (Tabela 34). No exp. II, o aumento se deu até a dose de 338 kg ha⁻¹ de K₂O, já nos experimentos I e III houve aumento até a dose máxima estudada. Tais efeitos estão relacionados com o efeito no K no aumento da adubação potássica na produtividade de tubérculos (Tabela 28) e no aumento do teor deste nutriente nos tubérculos. O parcelamento da adubação potássica incrementou a exportação de K no exp. I, porém reduziu no exp. III (Tabela 34).

A exportação de Ca foi incrementada apenas pelas doses de K nos experimentos I e III, o que também está relacionado com o aumento da produtividade de tubérculos.

Tabela 34. Quantidades de K e Ca exportadas pelos tubérculos da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	K			Ca		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹) (D)	(kg ha ⁻¹)					
0	21,7	60,9	85,6	1,8	1,7	2,3
100	59,6	103,2	89,9	2,5	2,0	2,5
200	83,3	99,1	106,8	3,4	2,1	3,1
400	124,7	116,0	123,1	5,6	1,8	3,2
Efeito	(2)	(3)	(4)	(5)	ns	(6)
Parcelamento (S)						
Plantio	66,9b	90,4a	106,3a	3,3a	1,9a	2,9a
½ plant. + ½ cob.	77,7a	99,2a	96,3b	3,4a	1,9a	2,7a
Interação D x S ⁽¹⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	15,7	14,1	15,7	25,0	34,4	16,9

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $y = 22,69 + 0,3726^{**}x - 0,000296x^2$ $R^2 = 0,99$; ⁽³⁾ $y = 65,38 + 0,3045^{**}x - 0,00045^{**}x^2$ $R^2 = 0,85$; ⁽⁴⁾ $y = 84,11 + 0,0987^{**}x$ $R^2 = 0,96$; ⁽⁵⁾ $y = 1,702 + 0,0097^{**}x$ $R^2 = 0,99$; ⁽⁶⁾ $y = 2,45 + 0,00217^{**}x$ $R^2 = 0,78$. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Assim como observado para o K, a exportação de Mg foi incrementada pelo aumento da dose de K, em todos os experimentos (Tabela 33 e 35). Já a exportação de S foi aumentada pela adubação potássica apenas nos experimentos I e III. Estes resultados são reflexos principalmente dos aumentos da produtividade de tubérculos, em função das doses de K aplicadas (Tabela 28), uma vez que a exportação de nutrientes está diretamente relacionada com a produtividade obtida. Não foi verificado efeito significativo do parcelamento da adubação potássica na exportação de Mg e S (Tabela 35).

Para a quantidade de B exportada pelos tubérculos da batateira, foi observado efeito apenas das doses da adubação potássica, nos experimentos I e III (Tabela 36). As quantidades de B exportadas aumentaram com a adubação potássica até a dose estimada de 287 e 264 kg ha⁻¹, respectivamente, nos experimentos I e III. A exportação de Cu não foi afetada pelos fatores estudados, em nenhum dos experimentos.

A exportação de Fe foi afetada pela dose e pelo parcelamento da adubação potássica, no exp. I, e apenas pela dose no exp. III (Tabela 37). Em ambos os experimentos, a adubação potássica incrementou a exportação de Fe até as doses de 259 e 327 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. Tais efeitos se relacionam principalmente com a produtividade de tubérculos (Tabela 28). A aplicação da adubação potássica totalmente no sulco de plantio proporcionou maior exportação de Fe (tabela 37), indicando maior alocação deste elemento nos tubérculos.

Tabela 35. Quantidades de Mg e S exportadas pelos tubérculos da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	Mg			S		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹) (D)	(kg ha ⁻¹)					
0	2,5	4,5	4,9	3,4	4,5	5,8
100	5,3	5,2	5,2	6,2	5,3	6,2
200	5,6	5,5	5,6	5,7	4,7	7,1
400	7,4	5,1	6,1	6,2	4,9	7,8
Efeito	(²)	(³)	(⁴)	(⁵)	ns	(⁶)
Parcelamento (S)						
Plantio	5,2a	5,1a	5,6a	5,6a	4,8a	6,8a
½ plant. + ½ cob.	5,2a	5,0a	5,3a	5,1a	4,8a	6,7a
Interação D x S ⁽¹⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	14,6	12,4	11,1	20,3	13,0	9,9

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $y = 2,78 + 0,0221**x - 0,000027**x^2$ R² = 0,94; ⁽³⁾ $y = 4,52 + 0,00907**x - 0,000019**x^2$ R² = 0,99; ⁽⁴⁾ $y = 4,98 + 0,00299**x$ R² = 0,99; ⁽⁵⁾ $y = 3,74 + 0,0203**x - 0,000036**x^2$ R² = 0,77; ⁽⁶⁾ $y = 5,86 + 0,00509**x$ R² = 0,94. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

A exportação de Mn foi pouco influenciada pelos fatores estudados, havendo efeito dos fatores isolados apenas no exp. III (Tabela 37). Houve aumento da exportação de Mn com o incremento das doses de K aplicadas e diminuição da exportação quando se parcelou a adubação potássica. A ausência de efeitos expressivos dos fatores na exportação de Mn se deve especialmente a aplicação de fungicidas (Tabelas 3, 4 e 5) que contem esse elemento em suas formulações (ex. Mancozebe).

Tabela 36. Quantidades de B e Cu exportadas pelos tubérculos da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	B			Cu		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹) (D)	(g ha ⁻¹)					
0	69,2	333,4	139,6	13,9	17,5	18,6
100	130,4	352,3	163,0	19,7	22,7	16,8
200	126,2	359,0	179,0	17,5	17,4	18,0
400	135,0	343,4	169,0	23,2	20,6	19,5
Efeito	(²)	ns	(³)	ns	ns	ns
Parcelamento (S)						
Plantio	117,2a	348,9a	162,9a	19,3a	19,2a	19,1a
½ plant. + ½ cob.	113,2a	345,2a	162,4a	17,8a	19,9a	17,6a
Interação D x S ⁽¹⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	19,1	11,4	12,2	37,6	22,1	26,0

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento) ⁽²⁾ $y = 75,05 + 0,4833**x - 0,00084**x^2$ R = 0,85. ; ⁽³⁾ $y = 139,0 + 0,3137**x - 0,000596*x^2$ R² = 0,99. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Tabela 37. Quantidades de Fe e Mn exportadas pelos tubérculos da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	Fe			Mn		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹) (D)	(g ha ⁻¹)					
0	74,3	190,3	203,1	15,9	23,6	27,9
100	209,4	212,0	236,5	25,3	28,3	29,5
200	263,7	192,5	297,0	24,4	27,2	29,8
400	219,3	212,7	286,4	24,2	26,6	41,2
Efeito	(²)	ns	(³)	ns	ns	(⁴)
Parcelamento (S)						
Plantio	246,9a	195,9a	263,9a	24,2a	26,3a	35,9a
½ plant. + ½ cob.	136,4b	207,8a	247,6a	20,7a	26,5a	28,2b
Interação D x S ⁽¹⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	25,9	13,2	20,0	48,8	19,4	29,4

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $y = 76,75 + 1,564**x - 0,00302**x^2$ R² = 0,99; ⁽³⁾ $y = 197,3 + 0,654**x - 0,001*x^2$ R² = 0,92; ⁽⁴⁾ $y = 26,292 + 0,0333**x$ R² = 0,86. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Verificou-se aumento da exportação de Zn com o incremento das doses de K utilizadas, nos experimentos I e III, além disso, no exp. III o parcelamento da adubação potássica proporcionou maior exportação de Zn pelos tubérculos (Tabela 38). Já no exp. II, que apresentava solo com baixa disponibilidade de Zn (Tabela 1), não foi verificado influência dos fatores estudados na exportação deste micronutriente.

Tabela 38. Quantidade de Zn exportada pelos tubérculos da cultura da batata em função de doses e parcelamento da adubação potássica.

Tratamento	Zn		
	Exp. I	Exp. II	Exp. III
Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹) (D)	(g ha ⁻¹)		
0	65,5	64,5	80,1
100	96,5	65,6	71,8
200	93,0	68,8	130,5
400	132,4	73,8	102,6
Efeito	(²)	ns	(³)
Parcelamento (S)			
Plantio	92,7a	66,2a	87,1b
½ plant. + ½ cob.	101,0a	70,1a	105,4a
Interação D x S ⁽¹⁾	ns	ns	ns
CV (%)	20,7	13,7	25,2

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (dentro do fator parcelamento), não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5 % de probabilidade. ⁽¹⁾ Interação considerando apenas o fatorial 3 (doses) x 2 (formas de parcelamento). ⁽²⁾ $y = 70,065 + 0,1533**x$ $R^2 = 0,90$; ⁽³⁾ $y = 70,737 + 0,3216**x - 0,00058*x^2$ $R = 0,47$. ns é não significativo. * e ** são significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Da mesma forma que o observado para a extração de nutrientes, a baixa disponibilidade de K no solo alterou a exportação dos mesmos. Assim, em solo com baixo teor de K trocável (Exp. I) e na ausência de adubação potássica a exportação de nutrientes pela cultura da batata, cv. Ágata, em ordem decrescente, foi a seguinte: N>K>P>S>Mg>Ca>Fe>B>Zn>Mn>Cu. Já nos demais tratamentos, ou seja, em solos com média e alta disponibilidade de K e/ou com o uso de adubação potássica, a exportação de nutrientes apresentou, em média, a seguinte ordem decrescente: K>N>P>Mg=S>Ca>Fe>B>Zn>Mn>Cu. Já Fernandes et al. (2011) e Soratto et al. (2011), obtiveram a seguinte ordem decrescente: K>N>P>Mg>S>Ca>Fe>Mn>Zn>Cu>B, diferindo somente a ordem dos micronutrientes, não qual houve uma inversão entre Mn e Zn e o de B que foi exportado em menor quantidade.

7. CONCLUSÕES

Independentemente do parcelamento, o aumento das doses de K proporcionou incremento no teor de K na folha da batateira, cultivada em solos com baixa, média e alta disponibilidade de K, porém, de forma mais acentuada no solo com baixo teor.

No solo com baixo teor de K trocável, a aplicação da dose K totalmente no sulco de plantio proporcionou maior teor de K na folha do que quando parcelado no plantio e em cobertura.

Independentemente da disponibilidade de K no solo, a adubação potássica reduziu os teores de P, Ca e Mg na folha da batateira e pouco influenciou os teores dos demais nutrientes e ao contrário ocorreu nos tubérculos proporcionando aumento dos teores dos nutrientes.

Não houve efeito do parcelamento da adubação potássica no número de tubérculos por planta, no peso médio de tubérculos, bem como na produtividade e classificação dos tubérculos.

Maiores doses de K aumentaram principalmente o peso médio dos tubérculos, especialmente no solo com baixa disponibilidade de K, com consequente aumento da produtividade total e de tubérculos da classe especial.

No solo com baixo teor de K trocável, a maior produtividade total de tubérculos foi obtida com a dose estimada de 325 kg ha⁻¹ de K₂O. Nos solos com maiores teores de K trocável (médio e alto), houve aumento de produtividade de tubérculos apenas até a dose de 200 kg ha⁻¹ de K₂O.

A extração e a exportação de nutrientes pela cultura da batata foram afetadas pela adubação potássica.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA. **Variedades**. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/2009/variedades.asp>>. Acesso em: 16 dez. 2013.

ADRIANO, D. C.; PAULSEN, G. M.; MURPHY, L. S. Phosphorus-iron and phosphorus-zinc relationships in corn seedlings as affected by mineral nutrition. **Agronomy Journal**, Madison, v 63, p. 56-59, 1971

ANDA. ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Anuário estatístico do setor de fertilizantes – 2009**. São Paulo, 2010. 160p.

ANDA. ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Anuário estatístico do setor de fertilizantes – 2010**. São Paulo, 2011. 178p.

ANDA. ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Anuário estatístico do setor de fertilizantes – 2011**. São Paulo, 2012. 178p.

ANDA. ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Anuário estatístico do setor de fertilizantes – 2012**. São Paulo, 2013. 176p.

ANDRADE, A.C.; FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A.; ALVAREZ V., V.H.; MARTINS, C.E.; SOUZA, D.P. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.29, n.6, p.1589-1595, 2000.

ASHLEY, D.A.; GOODSON, R.D. Effects of time and plant K status on C-labeled photosynthate movement in cotton. **Crop Science**, Madison, v.12, n.5, p.686.690.

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

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

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

CHAVES, L. H. G.; PEREIRA, H. H. G. **Nutrição e adubação de tubérculos**. Campinas. Fundação Cargill, 1985. 97p

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

DIBB, D. W.; THOMPSON JUNIOR, W. R. Interaction of potassium with other nutrients. In: MUNSON, R. D. (Ed.). **Potassium in agriculture**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1985. p.515-533.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Brasília: Embrapa-CNPQ, 1997. 212p. (Documentos, 1).

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

FAGERIA, N.K. Ionic interactions in rice plants from dilute solutions. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.70, n.3, p.309-316, 1983.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. (Roma, Itália). **FAOSTAT: Crops**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=567#anco>>. Acesso em: 03 julho. 2014.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 2010. **Ano Internacional da Batata**. Disponível em: <<http://www.fao.org.br/aib.asp>>. Acesso em 02 dezembro. 2013.

FERNANDES, A.M. **Adubação fosfatada em cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.)**. 2013. 145 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Faculdades de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2013.

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

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

FERNANDES, A.M.; SORATTO, R.P.; SILVA, B.L.; SOUZA-SCHLICK, G.D. Crescimento, acúmulo e distribuição de matéria seca em cultivares de batata na safra de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.8, p.826-835, 2010.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2003. 412p.

FILGUEIRA, F.A.R. Nutrição mineral e adubação em bataticultura, no Centro-Sul. In: **Nutrição mineral e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafós, 1993. p.401-428.

FONTES, P.C.R.; REIS JÚNIOR, R.A.; PEREIRA, P.R.G. Critical potassium concentration and K/Ca+Mg ratio in potato petioles associated to maximum tuber yields. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.19, n.3-4, p.657-667, 1996.

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

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

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola Brasileira**: Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fasciculo_Indicadores_IBGE/> Acesso em 03 julho. 2014b.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola Municipal**. Disponível: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_\[anual\]/2012/tabelas_pdf/tabela01.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_[anual]/2012/tabelas_pdf/tabela01.pdf)>. Acesso em 02 julho. 2014a.

IMAS, P.; BANSAL, S. K. **Potassium and integrated nutrient management in potato**. In: GLOBAL CONFERENCE ON POTATO, 1999, New Delh, Índia. Disponível em: <<http://www.ipipotash.org/presentn/kinmp.html>> Acesso em: 28 Nov. 2013.

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

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

LONERAGAN, J.F.; WEBB, M.J. Interactions between zinc and other nutrients affecting the growth of plants. In: ROBSON, A.D. (Ed.). **Zinc in soils and plants**. Dordrecht: Kluwer Academic, v.55, p.119-134, 1993.

LORENZI, J.O.; MONTEIRO, P.A.; MIRANDA FILHO, H.S.; RAIJ, 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 Agrônômico, 1997, p. 221-229. (Boletim Técnico, 100).

MALAVOLTA, E.; CROCOMO, O.J. O potássio e a planta. In: POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Londrina, 1982. **Anais...** Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato; Instituto Internacional da Potassa, 1982, p.95-162.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1997. 308p.

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

MALLMANN, N.; LUCCHESI, L. A. C. Efeito da adubação na produtividade, qualidade e sanidade de batata cultivada no centro-oeste Paranaense. **Scientia Agraria**, Curitiba v.3, n.1-2, p.113-132, 2002.

MARQUES, D. J.; BROETTO, F.; DA SILVA, E. C.; DE CARVALHO, J. G. Dinâmica de cátions na raiz e folhas de berinjela cultivada sobre doses crescentes de potássio oriundas de duas fontes. **Idesia [online]**, Chile, vol.29, n.2, p. 69-77. 2011,

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academia, 1995. 889p.

MURPHY, H. J.; CUNNINGHAM, C. E.; HAWKINS, A. Potato nutrition (fertilization) and culture. **American Potato Journal**, Orono, v.8, p.71-76, 1963.

NAVA, G.; DECHEN, A.R; IUCHI, V.L. Produção de tubérculos de batata-semente em função das adubações nitrogenada, fosfatada e potássica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.3, p.365-370, 2007.

NIVAP. The Netherlands Potato Consultative Foundation. 2007. **The Netherlands catalogue of potato varieties**, Den Haag, 2007. 287p

OLIVEIRA, I. P. de; ARAUJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAUJO, I. P.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p.169-221.

PANIQUE, E.; KELLING, K. A.; SCHULTE, E.E.; HERO, D.E.; STEVENSON, W.R.; JAMES, R.V. Potassium rate and source effects on potato yield, quality, and disease interaction. **American Potato Journal**, Orono, v.74, n.6, p.379-398, 1997.

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

PEREIRA, A.S.; SILVA, R.S.; BENDER, C.I.; FERRI, M.L.; VENDRUSCOLO, J.L. Genótipos de batata com baixo teor de açúcares redutores. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.2, p.220-223, 2007.

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

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

RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997, 285p. (Boletim Técnico, 100).

RAMANI, S.; KANNAN, S. Effects of certain cations on manganese absorption by excised rice roots. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.5, n.5, p.435-442, 1974.

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

REIS JÚNIOR, R. A.; 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.227-231, 2001.

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

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

REIS JÚNIOR, R.A.; FONTES, P.C.R.; NEVES, J.C.L.; SANTOS, N.T. Total soil electrical conductivity and critical soil K^+ to Ca^{2+} and Mg^{2+} ratio for potato crops. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.4, p.985-989, 1999.

REIS, J.C.S. **Cultivo de batata cv. Ágata sob diferentes fontes e concentração de adubação potássica**. 2008. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2008.

ROSOLEM, C.A. Interação do potássio com outros íons. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. (Ed.) **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafôs, p.239-260, 2005

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

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

SORATTO, R.P.; FERNANDES, A.M.; SOUZA-SCHLICK, G.D. de. Extração e exportação de nutrientes em cultivares de batata: II - Micronutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, n.6, p.2057-2071, 2011.

STARK, J. C. et al. Tuber quality. In: STARK, J.C.; LOVE, S.L. (Eds.). **Potato Production Systems**. Idaho: Idaho Center for Potato Research & Education, 2003. 420 p. Disponível em: <<http://www.ag.uidaho.edu/potato/production/>>. Acesso em: 02 de Julho de 2014.

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

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

VIEIRA, F.C.; SUGIMOTO, L.S.; VITTI, G.C.; COSTA, M.C. Importância da adubação na cultura da batata. **Batata Show**, Itapetinga, v. 2, n.5, p. 16-17, set. 2002.

WARD, R. C.; LANGIN, E. J.; OLSON, R. A.; STUKENHOLTZ, D. D. Factor responsible for poor response of corn and grain sorghum to phosphorus fertilization: III. Effects of soil compaction and other properties on P-Zn relations. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.27, n.3, p.326-329, 1963

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