

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ACÚMULO DE NUTRIENTES, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE
BATATA, CV. ASTERIX, SOB FONTES DE FERTILIZANTES POTÁSSICOS**

ROBERTA CAMARGOS DE OLIVEIRA

2013

ROBERTA CAMARGOS DE OLIVEIRA

**ACÚMULO DE NUTRIENTES, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE
BATATA, CV. ASTERIX, SOB FONTES DE FERTILIZANTES POTÁSSICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

ROBERTA CAMARGOS DE OLIVEIRA

ACÚMULO DE NUTRIENTES, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE BATATA, CV. ASTERIX, SOB FONTES DE FERTILIZANTES POTÁSSICOS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 26 de Fevereiro de 2013.

Prof. Dr^a. Tiyoko Nair Hojo Rebouças UESB

Prof^a. Dr^a. Regina Maria Quintão Lana UFU

Prof. Dr^a. Angélica Araújo Queiróz IFTM

Prof. Dr^a. Angélica Araújo Queiróz IFTM

Prof. Dr^a. Angélica Araújo Queiróz IFTM

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz
ICIAG-UFU
(Orientador)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

DEDICATÓRIA

Aos meus avós, Celina e Joaquim (*in memorian*), aos meus pais, Zenaide e Robson, aos meus irmãos, Roberto e Rogério e ao sobrinho Rodney.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela beleza existente em todas as coisas, por todas as oportunidades e por dar-me saúde, força, paciência e coragem para enfrentar os momentos difíceis.

Agradeço à minha mãe, Zenaide, e ao meu pai, Robson, pela dedicação, pelo amor, pela confiança, pelo apoio incondicional e pelos tantos sacrifícios que fizeram para que eu concluísse as diversas etapas de minha vida.

Aos meus irmãos, Roberto e Rogério, pelo apoio, incentivo, amizade, confiança, atenção e, principalmente, todos os conselhos.

Ao Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz, pelo acolhimento, confiança, compreensão, paciência e orientação.

A Universidade Federal de Uberlândia, aos docentes pelos ensinamentos e convivência, em especial, Regina, Marcus Vinícius, Denise e Beno e aos técnicos, em especial, Marco Aurélio, Adílio, Manuel e Eduardo.

Ao grupo Rocheto, em especial João Paulo por toda a ajuda e por ter cedido a área para montagem do experimento.

A todos os estagiários de Olericultura pela imensa ajuda no processamento das plantas, momentos de muito trabalho e algumas leves descontrações.

Aos funcionários da Pós-graduação Cida e Eduardo e aos funcionários da garagem (em especial, Vander e o motorista João Batista Borges), por toda ajuda nas viagens.

A todos os amigos e colegas, em especial Nilson, Atalita, Sérgio, Welldy, Risely, Reinaldo, João Eduardo, Roberto, Anelise, Paulinha, Vanderley, Raissa, Michele, Ana, Ugledson e Daniel, pela honrosa companhia, pelas ótimas conversas, alegrias e tristezas compartilhadas.

A Prof. Dr^a Cláudia Maria Tomás Melo e seus alunos: Diogo e Deiriene, pela parceria na análise dos açúcares.

Ao Prof. Dr. Quintiliano Siqueira Schroden Nomelini, pela ajuda nas análises estatísticas.

A Prof. Dr^a Angélica pela ajuda com o DRIS.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

A todos que de alguma forma colaboraram com o meu percurso acadêmico.

Aqueles que torceram e/ou acreditaram em minhas capacidades.

"O homem encontra Deus por trás de cada porta que a ciência consegue abrir."

"A alegria de ver e entender é o mais perfeito dom da natureza."

Albert Einstein

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1. Histórico e importância alimentar.....	3
2.2. Desenvolvimento das plantas.....	4
2.3. Cultivar Asterix.....	5
2.4. Nutrição mineral	5
2.5. Absorção e acúmulo de nutrientes	6
2.6. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação - DRIS	7
2.7. Fertilização potássica	9
2.8. Fontes de fertilizante potássico	11
2.9. Produção de tubérculos para processamento	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1. Localização	14
3.2. Delineamento experimental	14
3.3. Condução do experimento	15
3.4. Características avaliadas	16
3.4.1. Desenvolvimento	16
3.4.2. Produtividade.....	17
3.4.3. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação - DRIS	17
3.4.4. Qualidade de tubérculos	18
3.4.4.1. Sólidos solúveis	18
3.4.4.2. Açúcares redutores	18
3.5. Análise estatística	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1. Desenvolvimento	19
4.1.1. Número e comprimento da maior haste.....	19
4.1.2. Massa seca de folhas.....	21
4.1.3. Massa seca de hastes.....	23
4.1.4. Massa seca de tubérculos.....	25
4.2. Absorção e marcha de nutrientes	26
4.2.1. Teor de K em folhas	26

4.2.2.	Teor de K em hastes	29
4.2.3.	Teor de K em tubérculos	30
4.2.4.	Acúmulo de K em folhas	32
4.2.5.	Acúmulo de K em hastes	33
4.2.6.	Acúmulo de K em tubérculos	35
4.2.7.	Teor de Cl em folhas	36
4.2.8.	Teor de Cl em hastes	38
4.2.9.	Teor de Cl em tubérculos.....	39
4.2.10.	Acúmulo de Cl em folhas	40
4.2.11.	Acúmulo de Cl em hastes	41
4.2.12.	Acúmulo de Cl em tubérculos	43
4.2.13.	Teor de S em folhas	44
4.2.14.	Teor de S em hastes	45
4.2.15.	Teor de S em tubérculos	46
4.2.16.	Acúmulo de S em folhas.....	47
4.2.17.	Acúmulo de S em hastes.....	49
4.2.18.	Acúmulo de S em tubérculos.....	50
4.3.	Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação – Dris.....	51
4.4.	Produtividade	57
4.5.	Qualidade dos tubérculos de batata.....	60
4.5.1.	Sólidos Solúveis (SS)	60
4.5.2.	Açúcares	62
5.	CONCLUSÕES	66
6.	REFERÊNCIAS	67

ÍNDICE DE TABELAS

1	Porcentagem (%) das fontes de fertilizantes potássicos (KCl e K ₂ SO ₄ .2MgSO ₄) utilizados em cada tratamento, em plantio e cobertura, no cultivo de batata cv. Asterix. Uberlândia-MG, 2013.	15
2	Médias do número de hastes e comprimento da maior haste (cm) de plantas de batata, cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	19
3	Médias de massa seca de folhas (g planta ⁻¹) de batateira, cv. Asterix (transformado por ln) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	22
4	Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para massa seca de folhas (g planta ⁻¹) de batateira, cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.	22
5	Médias de massa seca de hastes de batateira (g planta ⁻¹), cv. Asterix, (transformado por raiz quadrada) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	24
6	Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para massa seca de hastes (g planta ⁻¹) de batateira, cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.	24
7	Médias de massa seca de tubérculos de batateira (g planta ⁻¹), cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	25
8	Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para massa seca de tubérculos (g planta ⁻¹) de batateira, cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.	26
9	Médias de teor de K em folhas de batateira (g kg ⁻¹), cv. Asterix, (transformado por Box Cox, $\lambda=1,5$) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	27
10	Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para teor de K em folhas (g kg ⁻¹) de batateira, cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.	27
11	Médias de teor de K em hastes de batateira (g kg ⁻¹), cv. Asterix, (transformado por Box Cox, $\lambda=1,5$) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	30
12	Médias de teor de K em tubérculos de batateira (g kg ⁻¹), cv. Asterix, (transformado por ln) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	31

13	Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para teor de K em tubérculos ($g\ kg^{-1}$) de batateira, cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.	31
14	Médias de acúmulo de K em folhas de batateira ($g\ planta^{-1}$), cv. Asterix, (transformado por ln) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	32
15	Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para acúmulo de K em folhas ($g\ planta^{-1}$) de batateira, cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.	33
16	Médias de acúmulo de K em hastes de batateira ($g\ planta^{-1}$), cv. Asterix, (transformado por raiz quadrada) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	34
17	Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para acúmulo de K em hastes ($g\ planta^{-1}$) de batateira, cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.	34
18	Médias de acúmulo de K em tubérculos de batateira ($g\ planta^{-1}$), cv. Asterix, (transformado por raiz quadrada) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	35
19	Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para acúmulo de K em tubérculos ($g\ planta^{-1}$) de batateira, cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.	36
20	Médias de teor de Cl em folhas de batateira ($g\ kg^{-1}$), cv. Asterix, (transformado por raiz quadrada) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	37
21	Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para teor de Cl em folhas ($g\ kg^{-1}$) de batateira, cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.	37
22	Médias de teor de Cl em hastes de batateira ($g\ kg^{-1}$), cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	39
23	Médias de teor de Cl em tubérculos de batateira ($g\ kg^{-1}$), cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	39
24	Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para teor de Cl em hastes ($g\ kg^{-1}$) de batateira, cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.	40
25	Médias de acúmulo de Cl em folhas de batateira ($g\ planta^{-1}$), cv. Asterix, (transformado por ln) em função de tratamentos com	41

	fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	
26	Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para teor de Cl em tubérculos (g kg^{-1}) de batateira, cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.	41
27	Médias de acúmulo de Cl em hastes de batateira (g planta^{-1}), cultivar Asterix, (transformado por raiz quadrada) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	42
28	Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para acúmulo de Cl em hastes de batateira (g planta^{-1}), cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.	42
29	Médias de acúmulo de Cl em tubérculos de batateira (g planta^{-1}), cv. Asterix, (transformado por raiz quadrada) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	43
30	Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para acúmulo de Cl em tubérculos de batateira (g planta^{-1}), cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.	44
31	Médias de teor de S em folhas de batateira (g kg^{-1}), cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	44
32	Médias de teor de S em hastes de batateira (g kg^{-1}), cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	45
33	Médias de teor de S em tubérculos de batateira (g kg^{-1}), cv. Asterix, (transformação raiz quadrada) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	46
34	Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para teor de S em tubérculos de batateira (g kg^{-1}), cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.	47
35	Médias de acúmulo de S em folhas de batateira (g planta^{-1}), cv. Asterix, (transformado por raiz quadrada) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	48
36	Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para acúmulo de S em folhas de batateira (g planta^{-1}), cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.	48
37	Médias de acúmulo de S em hastes de batateira (g planta^{-1}), cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	49

38	Médias de acúmulo de S em tubérculos de batateira (g planta^{-1}), cv. Asterix, (transformada por raiz quadrada) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	50
39	Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para acúmulo de S em tubérculos de batateira (g planta^{-1}), cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.	51
40	Teores médios de macro e micronutrientes foliares em relação a população de alta e baixa produtividade de tubérculos de batata, cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	52
41	Índice de deficiência e excesso de macro e micronutrientes em lavouras de alta e baixa produtividade de tubérculos de batata, cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	52
42	Índices DRIS para macro (g kg^{-1}) e micronutrientes (mg kg^{-1}) em lavouras de alta produtividade ($> 40 \text{ t ha}^{-1}$) de tubérculos de batata, cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	55
43	Índices DRIS para macro (g kg^{-1}) e micronutrientes (mg kg^{-1}) em lavouras de baixa produtividade ($> 40 \text{ t ha}^{-1}$) de tubérculos de batata, cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	56
44	Médias de produtividade de tubérculos de batata (t ha^{-1}), cv. Asterix, por classificação quanto ao diâmetro, em função de tratamentos com fertilizantes potássico. Uberlândia-MG, 2013.	57
45	Porcentagem (%) de sólidos solúveis em tubérculos de batata, cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	61
46	Porcentagem (%) de umidade, massa seca, cinzas, açúcares totais, amido e açúcares redutores contidos em tubérculos de batata, cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.	62

RESUMO

OLIVEIRA, ROBERTA CAMARGOS. Acúmulo de nutrientes, produtividade e qualidade de batata, cv. Asterix, sob fontes de fertilizantes potássicos. 2013. 89f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia¹.

A alta exigência e a resposta da cultura de batata à adição dos nutrientes ao solo proporcionam relevante atenção aos aspectos relacionados à fertilidade (aplicação, quantidade, fontes). A adubação adequada permite um balanço entre os nutrientes no solo e na planta, o que culmina em excelentes rendimentos aos produtores e produtos de melhor qualidade aos consumidores. Assim, objetivou-se avaliar o desenvolvimento, a produtividade e a qualidade de tubérculos de batata, cultivar Asterix, frente à aplicação de duas fontes de fertilizantes potássicos e as combinações destas (KCl e K₂SO₄.2MgSO₄), bem como a absorção de nutrientes e a diagnose nutricional. O experimento foi conduzido no município de Perdizes-MG, de maio a outubro de 2011. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com nove tratamentos e quatro repetições, em esquema fatorial com parcela subdividida. As parcelas referiram-se aos tratamentos, e as subparcelas às épocas de coletas de plantas (quinzenais). A quantidade de nutrientes (N, P e K) utilizada foi baseada na análise física e química do solo e na necessidade da cultura. Foram aplicados 90 kg ha⁻¹ de N, 180 kg ha⁻¹ de K₂O e 750 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Os tratamentos consistiram na aplicação da dose de K₂O sob a combinação de duas fontes de fertilizantes potássicos (KCl e K₂SO₄.2MgSO₄). Em geral, a combinação entre as fontes de fertilizantes potássicos favorece o acúmulo de massa seca de folhas, hastes e tubérculos, com resposta quadrática para folhas e hastes e linear para tubérculos. Algumas proporções entre as fontes favorece o acúmulo de K em folhas e hastes, porém não difere da aplicação de forma isolada. Nos tubérculos há aumento gradativo com o decorrer do ciclo, sendo os maiores acúmulos onde as proporções entre as duas fontes do fertilizante é aplicado. A aplicação de 100% do fertilizante via KCl apresentou maiores acúmulos de Cl em folhas, hastes e tubérculos, porém não se diferiu de algumas combinações com K₂SO₄.2MgSO₄. As ordens de deficiência, obtidas a partir do DRIS, nas áreas de alta e baixa produtividade foram respectivamente: Mn>Zn>P>Cu>K>Mg>Fe>B>N>S>Ca e Mg>Zn>K>Mn>Ca>P>B>S>Cu>N>Fe, ao passo que a ordem de excesso observada foram P>Fe>Mg>Zn>Mn>B>Ca>S>N>Cu>K e Cu>Zn>Fe>B>N>S>Mg>P>Mn>K>Ca. Os desbalanços nutricionais obtidos pelo IBN evidenciam que os níveis de nutrientes no solo devem ser acompanhados, buscando melhoria na dinâmica dos nutrientes ao longo dos cultivos sucessivos. A produtividade, a porcentagem de sólidos solúveis, os açúcares totais, os açúcares redutores, o amido, a massa seca de tubérculos, a umidade e as cinzas não diferem entre as fontes de fertilizantes potássicos: KCl e K₂SO₄.2MgSO₄ e combinações entre elas, na cv. Asterix, na dose de 180 kg ha⁻¹ de K₂O, possivelmente a quantidade aplicada não foi suficiente para refletir o potencial efeito deletério do cloro.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum*, sulfato duplo de potássio e magnésio, acúmulo de cloro, DRIS, açúcares redutores.

¹ Professor Orientador: José Magno Queiroz Luz - UFU

ABSTRACT

OLIVEIRA, ROBERTA CAMARGOS. Nutrient accumulation, productivity and quality of potato cv. Asterix after application of potassium fertilizer sources. 2013. 89f. Dissertation (Master's degree in Agriculture / Soil Sciences) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia².

The high demand and response of potatoes to the addition of nutrients to the soil provides attention to relevant aspects related to fertility (application, quantity, sources). Adequate fertilization allows a balance between soil and plant nutrients, resulting in excellent returns for farmers and better quality produce for consumers. This study evaluated the development, productivity and quality of potato tubers, cultivar Asterix, after the application of two sources of potassium fertilizers and their combinations (KCl and K₂SO₄.2MgSO₄), as well as nutrient absorption and nutritional diagnosis. The experiment was conducted in the county of Perdizes (MG). The experimental design was a randomized block with nine treatments and four replications as a split plot factorial. Plots were the treatments while subplots were plant sampling dates (biweekly). The amount of nutrients (N, P and K) used was based on physical and chemical analyses of soil and crop demand. Ninety kilograms of N, 180 kg of K₂O and 750 kg of P₂O₅ were applied per hectare. Treatments consisted of application of the K₂O dose in combinations of two sources of potassium fertilizer (KCl and K₂SO₄.2MgSO₄). In general, the combination of sources of potassium fertilizers favors the accumulation of dry leaf, stem and tuber matter, with a quadratic response for leaves and stems and linear for tubers. Some proportions between the sources favored the accumulation of K in leaves and stems; however, these were not different from the application of each source alone. There was a gradual accumulation increase in the tubers during the crop cycle, with the greatest accumulations when the fertilizer proportions of the two sources of fertilizer were applied. The application of 100% of the fertilizer as KCl showed greater Cl accumulation in leaves, stems and tubers; however, not different from some combinations with K₂SO₄.2MgSO₄. The order of deficiency obtained from the DRIS, in areas of high and low productivity were, respectively: Mn> Zn> P> Cu> K> Mg> Fe> B> N> S> Ca and Mg> Zn> K> Mn > Ca> P> B> S> Cu> N> Fe, whereas the order of excess were P> Fe> Mg> Zn> Mn> B> Ca> O> N> Cu> K and Cu> Zn> Fe> B> N> S> Mg> P> Mn> K> Ca. The nutritional unbalances obtained by IBN showed that soil nutrient levels should be monitored, looking for the improvement in nutrient dynamics along the successive crops. Productivity, percentage of soluble solids, total sugars, reducing sugars, starch, tuber dry matter, moisture and ash contents did not differ between sources of potassium fertilizers: KCl and K₂SO₄.2MgSO₄ and their combinations, for cv. Asterix at the dose of 180 kg K₂O ha⁻¹, possibly because the amount applied was not sufficient to reflect the potential deleterious effects of chlorine.

Keywords: double sulphate of potassium and magnesium, chlorine buildup, DRIS, reducing sugars.

² Supervisor: José Magno Queiroz Luz - UFU

1. INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) constitui uma importante fonte de alimento, pois fornece proteína, carboidrato, fibras, vitaminas e nutrientes (BRAUN et al., 2011). Segundo White et al. (2009), duzentos gramas de tubérculo é capaz de fornecer 26% dos valores diários de referência alimentar de Cu; 17% a 18% de K, P e Fe; e 5% a 13% de Zn, Mg e Mn, sendo, inclusive, uma fonte de elementos benéficos como o Selênio.

A disseminação de informações sobre os benefícios da batata, a desmistificação de que é um alimento calórico e causador de males à saúde, o esclarecimento sobre as aptidões das cultivares, as mudanças nos hábitos alimentares e o aumento das cadeias de restaurantes ampliaram o consumo de batatas e, consequentemente, salientam preocupações ligadas à produção (SOUZA et al., 2012). Nesse sentido, produtores, universidades e centros de pesquisas tentam promover avaliações no intuito de atender à crescente demanda.

No segmento de batatas processadas, por exemplo, é imprescindível a qualidade dos tubérculos, portanto, o produtor precisa aliar altas produtividades com tubérculos de excelente qualidade. Essas questões que relacionam produtividade e qualidade estão no centro das buscas de novos conhecimentos para a produção de batata, cultura que mais consome fertilizante – o que traz impactos sensíveis nos custos. Se comparar o custo de fertilizantes em batata, plantada de agosto a dezembro e soja cultivados em Minas Gerais, o custo com este insumo em batata chega a ser 7,2 vezes superior ao da soja (AGRIANUAL, 2011).

A alta resposta da cultura da batata à adição de nutrientes ao solo, especialmente N, P e K, proporcionam relevante atenção aos aspectos relacionados à fertilidade (aplicação, quantidade, fontes utilizadas, dentre outros). É conveniente ressaltar que doses e fontes adequadas de fertilizantes permitem um balanço entre os nutrientes no solo e na planta, o que culmina em excelentes rendimentos aos produtores e produtos de melhor qualidade aos consumidores. Somado a isso, as aplicações racionais permitem, ainda, otimizar o retorno econômico em função do capital investido pelo agricultor (VIEIRA; SUGIMOTO, 2002).

Assim, a conscientização em relação ao processo produtivo e o apoio à pesquisa podem trazer retornos vantajosos à cadeia produtiva da batata. O empenho em resolver problemáticas tende a apresentar crescentes avanços tecnológicos, porém mais esforços no sentido de ampliar o conhecimento acerca da dinâmica dos nutrientes nas plantas da

batateira e a sua relação com a produtividade e qualidade dos tubérculos devem ser incentivados.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar não só o desenvolvimento, a produtividade e a qualidade de tubérculos de batata, cultivar Asterix, frente a aplicação de duas fontes de fertilizantes potássicos e combinações destas (KCl e $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$), mas também a absorção de nutrientes e a diagnose nutricional.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Histórico e importância alimentar

Pertencente à família Solanácea, a batata (*Solanum tuberosum* L.) é dividida em duas subespécies: *S.tuberosum ssp. tuberosum* e *S. tuberosum ssp. andígena* (LOPES, 2007). Originária da Cordilheira dos Andes, mais especificamente da região próxima à atual fronteira entre o Peru e a Bolívia (América do Sul), a espécie *S.tuberosum ssp. Tuberosum* foi disseminada pela maioria das regiões do planeta, tornando-se a base da alimentação de muitos povos (FILGUEIRA, 2008).

No Brasil atual, entre as diversas hortaliças produzidas, a batata se destaca: com elevada expressão em termos de área plantada e, também, de produtividade. Contudo, o consumo da população brasileira é de 15 kg por habitante por ano, valor considerado baixo, quando comparado a alguns países europeus, nos quais o consumo chega a ser dez vezes superior (GONÇALVES, 2009).

Em 2010, a batata tornou-se o terceiro alimento mais consumido no mundo, atrás apenas do arroz e do trigo. Com o crescimento populacional e a redução da disponibilidade de terras, a importância da cultura tende a crescer (AGRIANUAL, 2012). É cultivada em mais de 150 países e é considerada uma opção potencial para acabar com a fome (AGRIANUAL, 2011). A produção mundial do tubérculo está em torno de 323 milhões de toneladas por ano em uma área de 18,3 milhões de hectares (AGRIANUAL, 2012).

A produção brasileira é de 3,7 milhões de toneladas, em uma área de 144 mil hectares, além do que Minas Gerais, São Paulo e Paraná apresentam as maiores áreas de produção (AGRIANUAL, 2012) e os estados Goiás e Bahia apresentam algumas regiões com clima favorável. Em todas essas localidades – ainda que não de modo homogêneo – há demanda de tecnologias que potencializem o crescimento da cadeia produtiva da batata com reduções nos custos e com aumento da qualidade.

A maior parte da produção brasileira é destinada ao consumo *in natura*. No entanto, o desenvolvimento da cadeia produtiva do setor de processamento é crescente, especialmente na forma de batata frita (*chips*) e de pré-frita (*frenchfries*) (QUEIROZ, 2011), o que traz novas demandas para o produtor.

2.2. Desenvolvimento das plantas

A batateira é uma dicotiledônea anual de ciclo curto (90 a 110 dias). Há três tipos de caule nesta cultura: hastes, estólons e tubérculos. As hastes representam o caule aéreo, já os estólons são formados no interior do solo e se desenvolvem horizontalmente, na extremidade destes, formam-se os tubérculos (FORTES; PEREIRA, 2003; FILGUEIRA, 2008), os quais apresentam valor econômico, alimentar e propagativo (IUNG, 2006).

O desenvolvimento da batateira é dividido em quatro estádios. A primeira fase (I) inicia com o plantio da batata semente e vai até a emergência; a fase II compreende o intervalo entre a emergência e o início da tuberização; a fase III abrange o início da tuberização até o enchimento dos tubérculos e a última fase (IV) abarca o período de maturação ou senescência da planta (FILGUEIRA, 2008).

O plantio dos tubérculos caracteriza a reprodução como vegetativa, portanto classificada botanicamente como muda. No entanto, devido ao manejo das lavouras ser estritamente relacionadas como material de propagação sexuada é aceito a denominação de semente. Assim, como as sementes verdadeiras, as batatas-sementes passam por manejo, armazenamento e comercialização diferenciados em relação ao plantios destinados à produção de alimentos. Os campos seguem as normas internacionais de classificação que subdivide as sementes em genética, básica, registrada e certificada (CORASPE-LEÓN, 2007).

A colheita deve ser realizada após o firmamento da película externa, o que ocorre após a morte da parte aérea (aproximadamente 14 dias). O manuseio dos tubérculos é dependente do destino. Aqueles que serão comercializados *in natura*, para atender às exigências do mercado consumidor, devem apresentar a menor quantidade possível de danos na pele (BRAUN, 2007). Já os destinados à indústria, são menos propensos à insatisfações, devido à aparência externa, mas muito se exige na constituição bioquímica, deve-se enfatizar que a formação dos tubérculos (capacidade de síntese e acúmulo de constituintes) é crucial para aceitação pela indústria.

Após a colheita, os tubérculos passam por um período de dormência, que é o período entre a colheita e o início de brotação. A quantidade de hastes que irão se formar após superar a dormência, depende da maturação fisiológica do tubérculo-semente e das condições climáticas da região produtora. Dessa forma, o número de hastes em uma planta refere-se ao número de brotações que irão emergir após o plantio (LOPES, 1997).

A bataticultura brasileira apoia-se em cultivares europeias, em parte por conta da falta de incentivos em melhoramentos no país (FILGUEIRA, 2008). As cultivares que se destacam no Brasil são: Ágata, Asterix, Atlantic, Bintje, Markies, Monalisa e Mondial (ABBA, 2006).

2.3. Cultivar Asterix

A cultivar Asterix é considerada semi-tardia. Seus tubérculos desenvolvem-se e formam plantas com porte alto, compostas por três a cinco hastes eretas, folhas médias a grandes, de cor verde-escuro, alto vigor e com boa cobertura do solo (NIVAA, 1997). Os tubérculos de formato oval-alongado apresentam polpa amarela e pele de coloração vermelha em épocas amenas e rosada em períodos quentes.

Seu genótipo confere resistência ao nematóide dourado, e ao cancro (verruga), resistência moderada à requeima das folhas e à sarna comum; e boa resistência ao *Fusarium*, vírus A, X e Y, crescimento secundário e danos mecânicos.

Os altos rendimentos de tubérculos de tamanho moderado, o excelente sabor e o teor de matéria seca proporcionados pela cv. Asterix, a tornou apta para o uso no processamento de alimentos industrializados. O seu formato, por exemplo, possibilita um ótimo aproveitamento no corte em palitos de pré-fritas congeladas (*French Fries*). Os maiores níveis de produtividade desta cultivar no país foram observadas nas safras de inverno, e em campos de produção em que havia irrigação adequada (ABBA, 2008).

2.4. Nutrição mineral

No intuito de obter máximas produções é importante manejar especialmente a nutrição e umidade, pois a deficiência, o excesso e o desequilíbrio entre os nutrientes ou déficit/excesso de água, deixam as plantas sensíveis ao ataque de agentes bióticos (ZAMBOLIM; VENTURA, 1993).

A batata é uma cultura altamente exigente e eficiente na absorção e translocação de nutrientes. A demanda relativa de fertilizantes por unidade de área na cultura, em torno de 2,3 a 2,8 t ha⁻¹ (NEVES et al., 2003), ocupa o primeiro lugar no “ranking” dentre as principais culturas (VIEIRA; SUGIMOTO, 2002).

A resposta à aplicação de fertilizantes varia de acordo com vários fatores, os quais se destacam: cultivar, cultura antecessora, quantidade de nutrientes no solo, condições edafoclimáticas, tratos culturais e densidade de plantio (FONTES, 1987).

Assim, a recomendação de doses depende de vários fatores, dos quais destacam-se o nível de produtividade, cultivar, população, nível do elemento no solo, tipo de solo, clima, irrigação e eficiência do fertilizante (IUNG, 2006). As doses de fertilizantes utilizadas pelos produtores, segundo Fontes (1999) variam entre: 60 a 250 kg ha⁻¹ de N, de 100 a 850 kg ha⁻¹ P₂O₅, e de 50 a 400 kg ha⁻¹ de K₂O. Já Filgueira (2008), indica 120 a 200 kg ha⁻¹ de N, de 300 a 500 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e de 80 a 200 kg ha⁻¹ de K₂O, para áreas, onde não existem dados experimentais ou observações efetuadas regionalmente.

Significativa parte dos trabalhos com adubação apresenta resultados contrastantes (ora positivo, ora sem significância). Isto porque, o solo do local do cultivo reflete na resposta da batateira à absorção dos fertilizantes. Nesse sentido, os solos com altos níveis de nutrientes tendem a não responder à variação na adubação (PANIQUE; KELLING; SCHULTE, 1997), ao passo que, em solos onde a reserva foi esgotada (redução do teor devido a extração pelas plantas ou lixiviação) a resposta à fertilizantes potássicos é evidenciada (FILGUEIRA 1982).

A aplicação de doses excessivas configura um "consumo de luxo" pelas plantas, pois não reflete em acréscimo na produção ou desenvolvimento das plantas (REIS JÚNIOR, 1995). Além do excesso remanescente também ficam no solo os restos de cultura, que após sua decomposição irá disponibilizar elementos (FURLANI et al., 1977) que beneficiarão a cultura que será cultivada em seguida.

Muitas vezes, é o receio em reduzir as produções que induzem às aplicações excessivas. Tal ação, afeta, além do custo da produção, a sustentabilidade, uma vez que os nutrientes não absorvidos pelas plantas podem causar contaminação ambiental (ANDRIOLO et al., 2006). Logo, aplicações racionais e adequadas a cada caso são fundamentais para o cultivo, pois permitem alcançar a eficiência dos fertilizantes, aumento na produtividade e na qualidade de tubérculos de batata e na redução nos custos de produção e nos riscos ambientais.

2.5. Absorção e acúmulo de nutrientes

A absorção de nutrientes é determinada pela fase de desenvolvimento das plantas, o que ocorre de forma crescente no crescimento e intensifica-se no florescimento e na formação de frutos e tubérculos. A concentração dos nutrientes apresenta proporções variadas nos diferentes órgãos (folhas, hastes e tubérculos) dentro de uma mesma fase de desenvolvimento.

O conhecimento à cerca de quanto a planta absorve de determinado nutriente em cada fase de desenvolvimento é importante para determinar em qual período ela mais necessita que o elemento esteja presente na solução do solo. Com base em quanto foi aplicado e quanto foi absorvido, é possível mensurar quanto é necessário aplicar, a fim de manter a fertilidade do solo em níveis exigidos pela cultura para conversão em altos índices produtivos. Assim, é possível otimizar a aplicação de fertilizantes.

Em estudo sobre a absorção de nutrientes em cada etapa do desenvolvimento, Carolus (1937) observou que, do total de nutrientes, a cultura da batata absorveu 9% nas sete primeiras semanas, 16% da sétima a nona semana, 67% da 10^a a 12^a semana e 8% entre a 13^a e 14^a semana.

Com relação ao acúmulo de nutrientes, é interessante observar a quantidade que a cultura irá exportar dos nutrientes aplicados. Dessa forma, pode-se verificar quanto do fertilizante aplicado sairá das lavouras em folhas, frutos e tubérculos. Dos nutrientes acumulados pela batateira, 80 a 94% do P, 68 a 74% do N, 32,5 a 57,8% do S, 25,5% do Mg, 19 a 20% do K e 2,8 a 3,6% do Ca são exportados pelos tubérculos (MALAVOLTA; DANTAS, 1980).

Jones Júnior et al. (1991) considera suficientes os teores foliares entre 45 a 60; 2,9 a 5,0; 93 a 115; 7,6 a 10 e 10 a 12 g kg⁻¹ dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg e 25 a 50; 45 a 250; 7 a 20; 50 a 100 e 30 a 250 mg kg⁻¹ dos micronutrientes B, Zn, Cu, Fe e Mn.

As curvas de absorção de nutrientes e acúmulo de matéria seca seguem um mesmo modelo matemático. Ambos, analisados ao longo dos estádios que compõem o ciclo, fornecem as informações sobre a melhor época de disponibilizar os nutrientes às plantas.

2.6. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação - DRIS

As folhas constituem a parte metabolicamente mais ativa das plantas, consequentemente, as alterações que ocorrem ao seu redor, e na planta como um todo, são rapidamente refletidas neste órgão. Nesse sentido, o nível de composição nutricional nas folhas representa um ponto de partida para aferir à diagnose de nutrientes e, por conseguinte, relacionar com as recomendações que aumentem a viabilidade e a otimização do cultivo, uma vez que a variação na concentração estão interligados com o nível produtivo (EVENHUIS; WAARD, 1980).

A natureza dinâmica das folhas, variável com a idade e maturação dos tecidos, influencia sobremaneira a absorção e translocação de nutrientes, orientando o crescimento e a concentração de nutrientes nas folhas em estádios específicos (WALWORTH; SUMMER, 1987). Logo, é imprescindível salientar que a amostragem deve ser realizada em momento adequado, de acordo com a cultura.

Se por um lado as metodologias utilizadas para auxiliar o manejo nutricional, o teor crítico e as faixas de suficiência apresentam limitações, especialmente no que tange ao fato de considerar as concentrações dos nutrientes de forma isolada (HANSON, 1981). Por outro, o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), parte de relações binárias entre as concentrações de nutrientes e transforma os valores das concentrações em índices. Por estar relacionado com o balanço entre os nutrientes, as particularidades deste método o atribui como menos propenso não só às interferências, mas também à amostragem, localidade, origem e maturidade do tecido vegetal (GUINDANI et al., 2009).

Segundo Beaufils (1971), o DRIS é um método direcionado ao cálculo de índices para cada nutriente mensurado, além de efetuar relações com os demais nutrientes se comparando cada relação obtida com relações de uma população de referência, a qual possui média distinta e desejada.

A população de referência está relacionada com plantas de alta produtividade, nas quais a nutrição é equilibrada e a elas, geralmente, é atribuída 80% da máxima produção. No entanto, como a definição dos padrões não é muito claro, possibilita certa flexibilidade, e podendo ser adotado à população conforme os objetivos da análise. A partir desta população, é efetuada uma segregação em duas populações: de alta e de baixa produtividade, nas quais são calculadas as relações entre todos os pares de nutrientes e de suas médias, desvios de padrão e de variâncias (MALAVOLTA; MALAVOLTA, 1989). Com base nas relações binárias, são, então, calculados os índices DRIS, através de cálculos em etapas sequenciais.

Os resultados obtidos com os índices permitem inferir se a população em estudo apresenta nutrientes em deficiência, valores negativos, excesso, valores positivos, ou em equilíbrio, valores próximo à zero, frente à população na qual se teve uma produtividade desejada (BEAUFILS, 1971). Apesar de não informar a quantidade a ser aplicada, o método direciona como estão os níveis de deficiências e excessos (HALLMARK; BEVERLY, 1991). Dessa forma, quanto mais negativo estiver o valor de um dado

nutriente, mais limitante à produção ele está, portanto, é possível obter uma classificação dos nutrientes, em ordem de deficiência ou de excesso.

De acordo com Bangroo et al. (2010), as normas DRIS devem ser desenvolvidas para condições específicas, nas quais todos os outros fatores a serem correlacionados com a produtividade como cultivar, clima, solo e cultura devem ser conhecidos para atingir, assim, objetivos específicos. Contudo, em vários estudos, com diversas espécies, encontram-se valores de IBN baixo, o que indica equilíbrio nutricional, porém, não se referem aos tratamentos com maior produtividade. De acordo com Snoeck (1984), isso significa que o fator limitante à alta produtividade não é de ordem nutricional, embora altas produtividades só sejam possíveis em plantas nutricionalmente equilibradas.

Dentre os estudos realizados com este método no Brasil, escassas são as informações quanto às olerícolas. Alguns trabalhos já foram realizados com tomate (OLIVEIRA et al., 2009; TAKAHASHI; ANDRADE, 2010; SCUCUGLIA, 2012) e batata (QUEIROZ, 2011), porém, por ser uma metodologia que propicia resultados mais concisos quanto à diagnose, mais trabalhos devem ser realizados para conhecer a resposta das culturas, a fim de trazer melhorias ao manejo da nutrição.

2.7. Fertilização potássica

O nutriente absorvido em maior quantidade pela batateira é o potássio (FILGUEIRA, 1993). Este elemento é um íon monovalente de pequeno raio iônico, cuja absorção é altamente seletiva e acoplada aos processos metabólicos. Apresenta elevada mobilidade dentro da planta em todos os níveis: no interior das células, entre células individuais, entre tecidos e no transporte de longa distância via xilema e floema. É o cátion mais abundante no citoplasma e, após ser absorvida, forma ligações fraca facilmente trocável (KERBAUY, 2004).

A enzima catalisadora amido-sintetase é ativada pelo K e, evidentemente, a presença do potássio é fundamental para os processos vitais de desenvolvimento e produção (SALISBURY; ROSS, 1992), especialmente em culturas cujo produto de interesse é o amido, como é o caso da batata. O K atua, também, na regulação osmótica; no balanço de cátions/ânions; nas relações hídricas na planta; no movimento dos estômatos; no alongamento celular; na estabilização do pH do citoplasma (neutralizando ânions orgânicos e inorgânicos); na ativação enzimática; na síntese de proteínas; na

fotossíntese; no transporte de açúcares no floema; e nos movimentos seismonásticos das plantas (KERBAUY, 2004).

A atuação positiva da enzima catalisadora nos fatores fisiológicos culmina em resistência ao ataque de agentes patogênicos e insetos, na conservação pós-colheita (armazenamento), no desenvolvimento do sistema radicular e no retardamento da senilidade da planta (BEUKEMA; ZAAG, 1990).

No solo, o elemento é altamente disponível e sujeito à lixiviação. Os teores residuais gerados após um cultivo dependem da textura do solo, do teor de matéria orgânica, da capacidade de troca de cátions (CTC), da capacidade de retenção de umidade e do teor de K disponível (BREGAGNOLI, 2006).

A quantidade de fertilizante a ser aplicado depende do teor extraído pela cultura (suas exigências) e o teor do nutriente presente no solo. A variabilidade de solos e climas do Brasil refletem em diferentes recomendações, o que impossibilita padronizar uma forma de adubação, exige que cada caso seja estudado isoladamente. Assim, o conhecimento da interação entre fonte e a quantidade de fertilizante aplicado e as condições climáticas direcionam o manejo para manutenção do teor dos nutrientes no solo. A variação nas recomendações e nas peculiaridades de cada região evidencia a necessidade de mais pesquisas em nutrição em batata.

Reis Júnior (1995), ao estudar a influência de fertilizantes potássicos na produção, afirmou que teores entre 74,1 e 89,1 g kg⁻¹ de K na matéria seca de folhas garantem 99 a 100% da produção. Em uma produção de 25,0 t ha⁻¹, Malavolta e Crocomo (1982) observaram que a batateira absorveu 137,5 kg ha⁻¹ de K, e 45,5% deste total ficou acumulado nos tubérculos e os 54,5% restantes na parte aérea da planta. Já Filgueira (1993), relatou que do total de potássio extraído, 61% está contido nos tubérculos, salienta que a maior fração do elemento aplicado sai da lavoura após o ciclo.

Devido ao expressivo investimento dos produtores, muitas vezes adicionando às doses desnecessárias, não é comum sintomas de deficiência de potássio nas lavouras. Porém, quando ocorrem, são identificadas pela redução no crescimento das plantas (folhas de tamanho reduzido, caules mais finos), pelas folhas que murcham e ficam arqueadas para baixo e, em casos extremos, dos bordos das folhas mais velhas que ficam com coloração avermelhada e progridem até um tom necrosado (BREGAGNOLI, 2006).

Por outro lado, o excesso de K absorvido e acumulado nas plantas prejudica o ajuste osmótico, o que aumenta a absorção de água. O alto teor de água nos tubérculos

faz com que o amido se torne diluído (PAULETTI; MENARIN, 2004), o que é altamente indesejado em cultivos destinados ao processamento, pois, reduz a qualidade culinária e a conservação dos tubérculos (FILGUEIRA, 2008).

2.8. Fontes de fertilizante potássico

As principais fontes de K utilizadas na produção de batatas são combinadas com o sulfato e o cloreto. O íon acompanhante promove diferenciações no crescimento e na produção e afeta o comportamento dos cátions e ânions presentes na planta e no solo (ZEHLER; KREIPE; GETHING, 1986). A dinâmica, proporcionada pelo ânion dentro da planta, possibilita ao produtor escolher qual a fonte será capaz de fornecer a otimização de acordo com a finalidade de sua produção.

O preço do cloreto de potássio é menor do que o do sulfato, é, então, a fonte mais utilizada (FILGUEIRA, 2008). Porém, além do preço, a escolha da fonte a ser utilizada depende das exigências das plantas, fatores edafoclimáticos e disponibilidade para aquisição no mercado (MALLMANN, 2001). A escolha pelo cloreto é pertinente quando a produção é destinada ao consumo *in natura*. Nesse caso, o produtor deve manejá-la de forma a minimizar possíveis efeitos negativos sobre o crescimento, produtividade e aspectos dos tubérculos – que ocorrem, entretanto, quando são aplicadas doses excessivas. Rowberry e Ketcheson (1978) aconselharam usar o K_2SO_4 ao buscar o equilíbrio entre a produtividade e a qualidade dos tubérculos.

De acordo com vários autores, a batata é considerada uma espécie clorofóbica (BEUKEMA; ZAAG, 1990) e os efeitos proporcionados são detectados mais facilmente em solos arenosos. Mallmann (2001) revelou que o excesso de cloro reduziu o teor de clorofila em algumas oleráceas e, consequentemente, afetou a atividade fotossintética e a produtividade. Outros relatos revelam que o cloro contido no cloreto promove redução no teor de matéria seca e do amido (BEUKEMA; ZAAG, 1990), além de afetar a qualidade dos tubérculos produzidos, portanto, sua escolha deve ser restringida quando a produção for destinada à indústria.

A adubação com cloreto prejudica a absorção e as combinações orgânicas do P (carboidratos), além de reduzir a ação de enzimas hidrolíticas que participam da translocação de carboidratos (CHAVES; PEREIRA; 1985 *apud* MALLMAN, 2001). Com isso, a distribuição dos assimilados entre a parte aérea e os tubérculos é alterada a favor da parte aérea, uma vez que os produtos da fotossíntese não translocam para os órgãos de armazenamento (ZEHLER, 1981).

O sulfato otimiza a eficiência no acúmulo de matéria seca e o amido nos tubérculos (REIS JÚNIOR, 2008) graças à redução na atividade de enzimas anabólicas (carbohidrases) (ZEHLER; KREIPE; GETHING, 1986). Além disso, melhora o sabor e o aroma, pela menor formação de açúcares, aminoácidos livres e compostos voláteis formados durante o cozimento (REEVES, 1997).

Segundo Mallman (2001), acredita-se que a resposta às doses crescentes de K na forma de sulfato, esteja ligado ao atendimento da necessidade pelo nutriente disponibilizado, ausência de Cl e, ainda, à presença de S. Por outro lado, Zehler, Kreipe e Gething (1986) afirma que a presença do enxofre (constituente dos sulfatos) é interessante, visto que participa de numerosos processos metabólicos, por exemplo, formação de vitaminas e aminoácidos (cistina, cisteína e metionina).

2.9. Produção de tubérculos para processamento

A composição química é decisiva em tubérculos destinados ao processamento, além de ser fundamental que contenham alto teor de matéria seca e sólidos solúveis e baixo teor de açúcares redutores e defeitos internos, garantindo, assim, produtos de coloração dourada uniforme, ausência de manchas escuras e sabor agradável (ZORZELLA et al., 2003).

Geralmente, a matéria seca é expressa em teor de matéria seca (MS) (%) e é considerado todo o material restante após processo de remoção de água. Materiais que apresentam teor superior a 20%, entre 18,0 a 19,9% e inferior a 17,9% são consideradas com alto, intermediário e baixo conteúdo de matéria seca, respectivamente (CACACE; HUARTE; MONTI, 1994).

O teor de MS e amido são variáveis conforme o genótipo, a maturação dos tubérculos, a idade da planta e o consumo de água e sais minerais (ZAAG, 1993). Assim, destaca-se a relevância pelos conhecimentos, planejamento e melhor manejo no intuito de acumular características favoráveis. Em estudo com a cv. Atlantic, Yorinori (2003) observou que o acúmulo de MS foi superior na safra ‘das secas’, em comparação com a safra ‘de verão’.

A MS é um fator determinante em relação à textura (crocância) e sabor, pois refere-se à quantidade de óleo absorvido durante a fritura (ZORZELLA et al., 2003). Logo, baixos teores de MS conferem maior tempo necessário para o processamento, consequentemente, aumentam o gasto energético para evaporar a maior quantidade de

água, além de resultar em formação de fatias ou palitos moles, encharcados de óleo e de menor digestibilidade (MALLMAN, 2001).

O limite mínimo de matéria seca aceita por empresas de processamento é aquele que corresponde a um peso específico de 1,073 (aproximadamente 19% de MS). Teores inferiores a esse valor conferem maior absorção de óleo e reduzem o rendimento industrial, já os teores superiores a 24%, produzem fatias quebradiças e causam desgaste excessivo dos fatiadores (POPP, 2000).

Os sólidos solúveis constituem os compostos solúveis em água nos tubérculos. Aqueles são formados, principalmente, pelos açúcares sacarose, frutose e glicose, mas contêm também ácidos, aminoácidos, vitaminas e algumas pectinas (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Segundo Tfouni et al. (2003) o teor de sólidos totais deve ser superior a 18% para garantir a qualidade dos produtos.

Os açúcares glicose e frutose são denominados de açúcares redutores. Durante o processo de fritura, pode ocorrer uma reação não enzimática entre aminoácidos livres e proteínas com estes açúcares, conhecida como reação de Maillard. O resultado da reação propicia alteração na coloração dos produtos (escurecimento, pela formação da substância melanoidina) e um sabor indesejável, o que gera insatisfação nos consumidores (COELHO; VILELA; CHAGAS, 1999). Dessa forma, quanto maior o teor de açúcares redutores, maior a intensidade da reação de Maillard e, quanto menor o peso específico, maior conteúdo de açúcares redutores (ZORZELLA et al., 2003). É bom lembrar que a alta temperatura do óleo, entre 180 a 185 °C, aumenta a eficiência da reação (COELHO; VILELA; CHAGAS, 1999).

Segundo Paschoalino (1993), teores de açúcares redutores inferiores a 0,1% indicam que a cultivar é boa para fritura, entre 0,1% e 0,3% indicam que a qualidade do tubérculo é razoável, porém, sujeita a algum grau de escurecimento e acima de 0,3% o produto não é adequado para a fritura. Já Vendrusculo (1998), ressaltou que tubérculos destinados à indústria não devem ter teores de açúcares inferiores a 0,2%, pois teores muito baixos levam a produtos muito brancos, saindo do desejado pelo mercado, o qual busca coloração dourada.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização

O experimento foi conduzido no município de Perdizes-MG (latitude: 19°21'10"S e longitude: 47°17'34" O), no estado de Minas Gerais, em área cedida pela empresa Rocheto. Para o plantio, utilizou-se batatas-sementes da cultivar Asterix (destinada à indústria), realizada em 14 de maio e a colheita em oito de outubro de 2011,

O solo da área foi classificado como Latossolo amarelo, com textura argilosa. A análise química do solo realizada antes do preparo do solo, na profundidade de 0-20 cm, apresentou os seguintes resultados: P = 38,72 mg dm⁻³; K = 0,18 cmolc dm⁻³, pH = 5,7; Ca²⁺ = 1,70 cmolc dm⁻³; Mg²⁺ = 0,39 cmolc dm⁻³, Al⁺³ = 0 cmolc dm⁻³, CTC: 5,8 cmolc dm⁻³, T = 2,27 cmolc dm⁻³; SB = 2,27 cmolc dm⁻³.

O clima de Perdizes é caracterizado como tropical de altitude, a temperatura máxima e mínima do município durante 2011, segundo Agritempo, foi de 26,2 e 17,8 °C, respectivamente.

3.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com nove tratamentos e quatro repetições, em esquema fatorial com parcela subdividida. As parcelas referiram-se aos tratamentos e as subparcelas às épocas de coletas de plantas (26; 41; 56; 71; 86; 101 e 116 DAP). Cada parcela foi constituída por seis linhas, espaçadas em 0,75 cm entre linhas, com seis metros de comprimento, totalizando 27 m² de área total por parcela. Os tubérculos-sementes, espaçados 0,30 m, formaram uma população de aproximadamente 44.444 plantas ha⁻¹.

Os tratamentos consistiram na combinação de duas fontes de fertilizante potássico (cloreto de potássio-KCl e sulfato duplo de potássio e magnésio-K₂SO₄.2MgSO₄) (Tabela 1). A quantidade de nutrientes (N, P e K) utilizada, foi baseada na análise física e química do solo e de acordo com as necessidades da cultura. Foram aplicados 90 kg ha⁻¹ de N, 180 kg ha⁻¹ de K₂O e 750 kg ha⁻¹ P₂O₅, além do que 55% do nitrogênio e do potássio foram adicionados ao solo no momento do plantio e os 45% restante, no momento em que foi realizado a amontoa, 26 dias após o plantio - DAP.

A fonte de nitrogênio utilizada no plantio foi uréia (45% de N) e em cobertura nitrato de amônio (35% de N). A fonte de fósforo foi o super fosfato triplo (45% de P₂O₅) e a fonte de potássio foi o cloreto de potássio– KCl (57% K₂O) e sulfato duplo de potássio e magnésio – K₂SO₄.2MgSO₄ (21% de K₂O, 11% Mg e 22% S). As fontes foram pesados separadamente em balança analítica, acondicioandas em sacos plásticos, nas proporções para cada linha das parcelas (seis metros) e posteriormente homogeneizados.

TABELA 1. Porcentagem (%) das fontes de fertilizante potássico (KCl e K₂SO₄.2MgSO₄) utilizados em cada tratamento, em plantio e cobertura, no cultivo de batata cv. Asterix. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Plantio		Cobertura	
	KCl (%)	K ₂ SO ₄ .2MgSO ₄ (%)	KCl (%)	K ₂ SO ₄ .2MgSO ₄ (%)
1	100	0	100	0
2	0	100	0	100
3	100	0	0	100
4	0	100	100	0
5	87,5	12,5	87,5	12,5
6	75	25	75	25
7	50	50	50	50
8	25	75	25	75
9	12,5	87,5	12,5	87,5

3.3. Condução do experimento

As práticas realizadas no experimento foram as recomendadas para o cultivo da cultura: aração, gradagem destorroadora/niveladora e abertura dos sulcos. A distribuição do fertilizante no sulco de plantio foi efetuada de forma manual, e, posteriormente, ocorreu a distribuição mecanizada das batatas-semente tipo 3 (tubérculos com 30 a 40 a milímetros de diâmetro), juntamente com aplicação de fungicidas protetores e inseticida. A adubação de cobertura, também, foi realizada de forma manual e, em seguida, efetuou-se a amontoa, aos 26 DAP.

Na área do experimento, houve suplementação hídrica por meio da irrigação por pivô central. As plantas receberam a quantidade de água necessária para pleno desenvolvimento em todo o período de cultivo (entre 450 a 550 mm).

O tratamento fitossanitário realizado durante todo o desenvolvimento da cultura foi baseado no monitoramento de pragas e doenças. Os produtos utilizados para controle

de pragas, doenças e plantas infestantes são registrados para a cultura da batata e foram aplicados nas doses recomendadas.

3.4. Características avaliadas

3.4.1. Desenvolvimento

Na ocasião da amontoa e a cada 15 dias, foram efetuadas coletas de plantas para aferir o desenvolvimento. Em cada coleta, uma planta de cada parcela foi retirada da segunda ou quinta linha da parcela, foram realizadas durante o ciclo, sete coletas: aos 26; 41; 56; 71; 86; 101 e 116 DAP.

Em cada coleta, as plantas amostradas foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório de Fitotecnia da Universidade de Uberlândia, onde foi avaliado o crescimento vegetativo das plantas: comprimento da maior haste (considerou-se o ponto de inserção da haste no tubérculo-semente até o tufo apical) com auxílio de fita milimetrada, contagem do número de hastes e de tubérculos e a determinação da massa fresca de folhas, hastes e tubérculos obtidos por meio de pesagem em balança analítica.

Do total de massa fresca, 200 gramas de folhas e hastes e 300 gramas de tubérculos foram colocados em sacos de papel e submetidos à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até atingir massa constante (aproximadamente 96 horas). Os tubérculos foram seccionados na transversal para facilitar a secagem. Após a secagem, as amostras foram novamente pesadas e obteve-se a massa seca contida nas amostras. O resultado foi convertido em porcentagem e por intermédio da multiplicação pela massa fresca total, estimou-se a massa seca total das plantas amostradas.

O restante do material foi destinado ao laboratório de análises de solo, onde foi determinado o teor e a quantidade dos nutrientes: K, Cl e S contidos nas amostras de folhas, hastes e tubérculos. Nesta etapa, o material foi submetido ao processo de lavagem. Após retirar o excesso de água, as amostras foram colocadas em sacos de papel e levadas para a estufa com circulação forçada de ar. Após secagem, as amostras foram desintegradas em moinho vegetal com malha número 20, o material moído foi submetido à análise dos teores de nutrientes segundo a metodologia descrita pela EMBRAPA (1999).

O acúmulo dos nutrientes foi feito por meio da multiplicação entre a quantidade de nutriente extraído (K, Cl e S) e a MS em cada estádio de desenvolvimento, em cada parte da planta. Com os resultados de todos os estádios foi possível construir a curva de absorção e o acúmulo de cada nutriente.

Na segunda coleta, aos 41 DAP, foi coletada uma amostragem de folhas por parcela, na qual vinte folhas completas (limbo+pecíolo), do terceiro trifólio completamente desenvolvido segundo o preconizado pela Comissão de Fertilidade do Estado de Minas Gerais-CFSEMG (1999), foram coletadas por parcela. As folhas foram acondicionadas em sacos de papel e encaminhadas ao laboratório de análise de solo, juntamente com as outras amostras retiradas nesta coleta. Os procedimentos empregados foram os mesmos citados anteriormente para as demais amostras. O diferencial é que, nesta fase de desenvolvimento, foi realizado a análise química foliar de todos os macro e micronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn).

3.4.2. Produtividade

Ao final do ciclo, 114 DAP, os tubérculos de todas as plantas contidas nas duas linhas centrais de cada parcela, desprezando 0,5 m de cada extremidade da parcela, foram colhidos manualmente, classificados e pesados em balança eletrônica. Os dados de produtividade obtidos nas áreas úteis do experimento foram extrapolados estimando-se a produtividade em kg ha^{-1} .

Os tubérculos colhidos foram submetidos à classificação de tubérculos no qual utilizou-se duas peneiras: de 45 e 36 mm. Assim, foram estabelecidas três classes: tubérculos com diâmetro superior a 45 mm, superior a 36 mm e inferior a 36 mm (pirulito), os tubérculos danificados por impactos ou doenças foram separados e constituíram uma quarta classe (descarte), tubérculos deformados que formaram anomalias fisiológicas conhecidas como embonecamento formaram a quinta classe.

3.4.3. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação - DRIS

A partir dos dados da análise foliar dos macro e micronutrientes e dados de produtividade, realizaram-se os cálculos para o estabelecimento das normas do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS). Os resultados de produtividade de todas as parcelas de cada tratamento foram considerados como resultado de uma população, o conjunto de populações foram analisadas e, então, segregadas em dois grupos de populações: de alta e de baixa produtividade. A produtividade de 40 t ha^{-1} foi a considerada referência e, baseada nela, separou-se as populações.

Para obtenção das planilhas de produtividade dos experimentos, bem como os índices DRIS e o Balanço Nutricional (IBN) utilizou-se o programa Excel (Microsoft) e os cálculos propostos seguiram o método original proposto por Beaufils (1973).

Para os índices DRIS encontrados, utilizou-se as fórmulas do DRIS que revelam números (índices relativos) negativos, nulos ou positivos para os nutrientes, os quais indicam deficiência, equilíbrio e excesso, respectivamente. O IBN é obtido pela soma, em módulo, dos índices DRIS. Quanto maior for o valor do IBN, maior a intensidade de desequilíbrio entre os nutrientes.

3.4.4. Qualidade de tubérculos

3.4.4.1. Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis foi determinado por meio da técnica do densímetro. Nesta técnica, uma amostra de 3,63 kg de tubérculos foi retirada aleatoriamente dos tubérculos colhidos em cada parcela. O material foi imerso em um tanque com capacidade de 100 litros de água, no qual obteve-se o peso submerso. A partir de cálculos obteve-se o peso específico de cada amostra, relacionado com o teor de sólidos solúveis em porcentagem.

3.4.4.2. Açúcares redutores

Os glicídios redutores foram determinados segundo o método espectrofotométrico (Somogyi-Nelson) e os Glicídios totais e o amido pelo método de Lane Eyno, método titulométrico. As metodologias utilizadas foram as preconizadas pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

3.5. Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias dos parâmetros relacionados à produtividade e à qualidade dos tubérculos foram comparados pelo teste Skott Knott a 5% de probabilidade. Já os dados relacionados às coletas quinzenais foram submetidos à análise de regressão polinomial, para o fator quantitativo e Skott Knott para o fator qualitativo. Em todas as análises, foi utilizado o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Desenvolvimento

4.1.1. Número e comprimento da maior haste

A interação entre as proporções das fontes de adubos potássicos (KCl e $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$) e o período de coleta não foi significativa para o número de hastes e para o comprimento da maior haste. O número de hastes e o comprimento da maior haste não apresentaram diferenças entre os tratamentos estudados. Dessa forma, pode-se observar que o KCl , o $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ e as proporções entre eles supriram de forma semelhantes às plantas com o potássio, uma vez que não foram capazes de alterar a expressão do potencial genético da cultivar. O número e o comprimento observados variaram de 9,34 a 10,16 hastes e 46,82 a 50,55 cm (Tabela 2).

TABELA 2. Médias do número de hastes e comprimento da maior haste (cm) de plantas de batata, cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Nº de hastes	Comp. Haste (cm)
1	10,14a	48,35a
2	9,38a	46,82a
3	9,45a	50,06a
4	9,70a	48,05a
5	9,84a	47,99a
6	9,93a	50,55a
7	9,89a	48,91a
8	10,16a	47,67a
9	9,34a	47,53a
CV (%)	25,26	12,00
$F=0,05; D=0,05; \chi^2=2,59^{**}$		$F=7,11; D=0,02; \chi^2=2,02$

**Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 0,05; CV: coeficiente de variação; F, D, χ^2 e L: estatísticas dos testes de Tukey para aditividade, Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors para normalidade e Bartlett e Levene para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo à 0,01 de significância

O número de hastes encontradas nas plantas reduziu ao longo do ciclo, no início (26 DAP) foram encontradas em média 10,55 hastes e, na última coleta (116 DAP), 8,95 hastes. O comprimento da maior haste ajustou-se ao modelo quadrático de regressão, com a máxima altura (59,88 cm) aos 88 DAP (Figura 1).

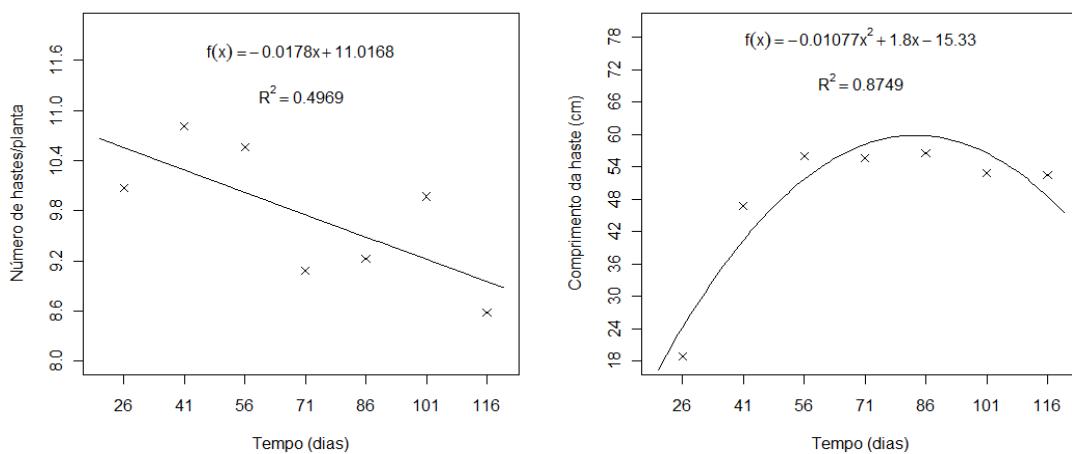


FIGURA 1. Número de hastes planta⁻¹ e comprimento da maior haste (cm) em função do tempo. Uberlândia, 2013.

Na literatura, encontra-se número médio de hastes variável para a cultivar Asterix, possivelmente, devido ao nível de brotação do tubérculo-semente utilizado (maturação fisiológica). Feltran (2002) e Fernandes (2010) observaram valores menores que os encontrados no presente trabalho, 2,5 e 6,3 hastes por planta, respectivamente. Iung (2006), em estudo com doses e fontes de potássio em quatro cultivares, verificou que a cultivar Asterix apresentou 6,90 hastes por planta sob adubação com KCl e 6,81 hastes por planta quando adubada com K₂SO₄. Os maiores valores encontrados neste estudo, possivelmente, relacionam-se a maior brotação dos tubérculos-sementes aliado às condições climáticas favoráveis que permitiram que vários brotos desenvolvessem-se em hastes.

Segundo Bregagnoli (2006), devido ao formato oblongo da cultivar Asterix, há maior superfície para emissão de brotos e, consequentemente, o número de hastes planta⁻¹ desta cultivar é superior às outras cultivares. Em seu estudo, o autor encontrou valores próximos ao do presente trabalho (em solo de alta fertilidade), isto é, entre 10,3 e 8,3 hastes planta⁻¹ aos 20 e 45 DAP, respectivamente.

Em estudo testando doses de K, Ayalew e Beyene (2011) observaram que o número de hastes é altamente correlacionado com a produção de tubérculos e positivamente relacionado com a aplicação de K. No presente estudo, observou-se considerável número de hastes e grande número de tubérculos. Os mesmos autores ressaltaram que é necessário verificações periódicas do teor de K no solo para supri-lo adequadamente, evitando que seu déficit reflita negativamente sobre o desenvolvimento e sobre a produtividade de uma cultura tão exigente quanto a batateira.

Bregagnoli (2006) observou altura de 11,4 e 44,9 cm aos 20 e 45 DAP, respectivamente, na cultivar Asterix, em solo de alta fertilidade. Fernandes (2010) em estudo com cinco cultivares, percebeu que a cultivar Asterix teve o maior porte (comprimento da maior haste) até 48 DAP, atingindo altura máxima próximo de 60 cm. Ambos os trabalhos corroboram com o presente estudo, com valores bastante similares.

4.1.2. Massa seca de folhas

Houve interação significativa entre época das coleta de plantas e das proporções dos fertilizantes potássicos para massa seca (MS) de folhas. Os tratamentos não apresentaram diferenças entre si para massa seca de folhas aos 71 e 101 DAP. Para as demais épocas de coleta, os resultados foram distintos e, em cada data, houve uma resposta quanto às proporções de fertilizante potássico aplicado (Tabela 3).

Em geral, a aplicação de proporções entre as duas fontes utilizadas foi mais favorável ao acúmulo de MS de folhas do que aplicação com as fontes isoladas. Na última coleta, na qual as plantas encontravam-se em progresso do processo natural de senescência, a aplicação de 100% na forma de $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ refletiu em menor acúmulo de MS de folhas, possivelmente pode ter ocorrido maior translocação dos fotoassimilados para os tubérculos, o que influenciaria na quantidade de MS presente na parte aérea (Tabela 3).

O acúmulo de MS de folhas ao longo do ciclo apresentou resposta similar em quase todos os tratamentos avaliados, as diferenças embora com valores bem próximos, foram significativas. Exceto o tratamento 5 (87,5% KCl e 12,5% $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$) onde o modelo de ajuste mais adequado foi o cúbico, os demais tratamentos se ajustaram ao modelo quadrático de regressão. Nos tratamentos 1; 2; 3; 4; 6; 7; 8 e 9, conforme demonstrado na tabela 4, estimou-se que a máxima MS de folhas (42,52; 36,59; 48,42; 36,59; 43,38; 47,94; 46,99 e 47,94 g planta⁻¹) referiram-se aos 83,52; 80,78; 80,43; 80,78; 84,13; 87,17; 82,98 e 89,07 DAP.

TABELA 3. Médias de massa seca de folhas (g planta^{-1}) de batateira, cv. Asterix (transformado por \ln) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Tempo (DAP)¹							MÉDIAS
	26	41	56	71	86	101	116	
1	4,35b	14,79b	53,69a	28,46a	29,14b	40,78a	25,59a	28,11
2	4,14b	17,02b	41,61a	26,11a	23,76b	31,80a	18,27b	23,24
3	3,65b	19,26b	39,59a	32,86a	39,00a	39,49a	17,87b	27,39
4	6,46a	16,08b	23,69b	36,30a	30,87b	33,68a	26,63a	24,67
5	6,33a	13,61b	47,43a	21,87a	25,22b	22,55a	30,29a	23,90
6	8,80a	32,96a	36,81a	37,10a	40,56a	34,95a	35,35a	32,36
7	3,90b	16,93b	40,06a	32,01a	35,68a	36,85a	33,81a	28,46
8	5,14a	25,92b	35,51a	41,62a	36,61a	42,86a	28,49a	30,88
9	5,29a	14,27b	32,70b	38,94a	48,51a	37,89a	35,11a	30,39
MÉDIAS	5,34	18,98	39,01	32,70	34,37	35,65	27,93	
	CV_{Trat}=7,34 ; CV_{Tempo}=8,96				F=4,55; D=0,06; χ²=1,37			

¹ Dias após o plantio *Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 0,05; CV: coeficiente de variação; F, D e χ^2 : estatísticas dos testes de Tukey para aditividade Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors para normalidade, Bartlett para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo a 0,01 de significância.

TABELA 4. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para massa seca de folhas (g planta^{-1}) de batateira, cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.

Tratamento	equação	R² (%)
1	-0,00064x ² + 0,1069x - 0,7138	80,50
2	-0,00064x ² + 0,1034x - 0,575	80,67
3	-0,00081x ² + 0,1303x - 1,358	91,48
4	-0,00043x ² + 0,0752x - 0,2603	98,03
5	1,4e-05 x ³ - 0,0034x ² + 0,257x - 2,893	83,11
6	-4e-04 x ² + 0,0673x + 0,9378	77,41
7	-6e-04 x ² + 0,1046x - 0,69	88,78
8	-0,00062 x ² + 0,1029 - 0,4197	92,68
9	-000054 x ² +0,0962x - 0,411	97,86

Relatos sobre o acúmulo de MS em parte áerea de batata cultivar Asterix são pouco frequentes. Fernandes (2010) relatou que o acúmulo de MS de folhas da referida cultivar ocorre precocemente. O ponto de máximo acúmulo observado pelo autor (76 DAP) foi menor do que o encontrado nesta pesquisa. Neste trabalho, o acúmulo mais precoce ocorreu sete dias depois, apresentando quase o dobro do relatado por este autor (25,37 g planta⁻¹).

Yorinori (2003), ao estudar o crescimento e o acúmulo de nutrientes pela batateira cultivar Atlantic, verificou que o maior acúmulo de MS nas folhas ocorreu na safra das águas, comparada com a da seca; portanto, vários fatores interferem no metabolismo das plantas, o que favorece ou não o acúmulo de massa. O máximo acúmulo de MS observada pela autora ocorreu aos 79 DAP (22,67 g planta⁻¹) na safra

das águas e aos 41 DAP ($15,5 \text{ g planta}^{-1}$) na safra da seca. Segundo Yorinori (2003) alterações referentes ao ataque de insetos e à incidência de doenças podem promover alterações na resposta de desenvolvimento ao longo do ciclo e afetar a produtividade.

Yorinori (2003) evidenciou, portanto, que há um considerável comportamento distinto frente às condições climáticas que definem as épocas mais favoráveis ao cultivo. No entanto, o trabalho de Fernandes (2010) foi conduzido na mesma safra que o presente (safra de inverno), assim, os resultados distantes encontrados, possivelmente estejam ligados a algum fator de manejo.

4.1.3. Massa seca de hastes

Houve interação significativa entre época de coleta de plantas e proporções de fertilizantes potássico para MS de hastes. Os tratamentos não diferiram entre si aos 26; 41 e 71 DAP (Tabela 5). A aplicação de 100% da dose recomendada via KCl (plantio e cobertura) destacou-se aos 56; 86 e 101 DAP; porém, não se distinguiu de algumas combinações que, também, favoreceram o acúmulo de MS de hastes. Os tratamentos 7 e 9 (50%KCl/50% $\text{K}_2\text{SO}_4.2\text{MgSO}_4$ e 12,5%KCl/87,5% $\text{K}_2\text{SO}_4.2\text{MgSO}_4$, respectivamente) estiveram entre os que revelaram maiores MS de hastes aos 56; 86; 101 e 116 DAP. Dessa forma, observou-se grande variação quanto à resposta ao acúmulo de MS de hastes frente à proporção das fontes, uma vez que 100% e 12,5% de KCl refletiram em maiores acúmulos e outras proporções acumularam menos MS de hastes (Tabela 5).

O acúmulo de MS de hastes ao longo do ciclo, apresentaram resposta similar em todos os tratamentos avaliados, com valores bem próximos. Exceto os tratamentos 4 e 5 nos quais o modelo de ajuste mais adequado foi o cúbico, os demais tratamentos ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão. Nos tratamentos 1; 2; 3; 6; 7; 8 e 9, conforme demonstrado na tabela 6, estimou-se que a máxima MS de hastes (16,64; 13,39; 15,05; 19,44; 15,28; 16,16 e 20,16 g planta^{-1}) referiram-se aos 80,91; 82,21; 79,87; 106,88; 94; 84,29 e 85,44 DAP.

TABELA 5. Médias de massa seca de hastes de batateira (g planta^{-1}), cv. Asterix, (transformado por raiz quadrada) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Tempo (DAP)¹							MÉDIAS
	26	41	56	71	86	101	116	
1	1,56a	10,15a	18,86a	11,66a	11,48a	19,68a	9,01b	11,77
2	1,23a	8,55a	14,51b	11,24a	8,52b	12,15b	9,23b	9,35
3	1,49a	12,27a	12,29b	10,73a	13,56a	15,85a	7,24b	10,49
4	2,43a	10,52a	10,26b	13,72a	8,08b	12,40b	11,41b	9,83
5	2,12a	4,95a	15,28b	8,99a	9,82b	9,41b	13,58a	9,17
6	1,68a	10,82a	13,52b	11,33a	14,45a	17,09a	18,20a	12,44
7	1,53a	7,74a	17,23a	10,25a	11,41a	17,27a	16,03a	11,64
8	2,16a	9,65a	13,25b	15,13a	13,04a	22,25a	11,75b	12,46
9	1,65a	10,12a	24,61a	14,04a	15,38a	19,66a	14,68a	14,30
MÉDIAS	1,76	9,42	15,53	11,90	11,75	16,19	12,34	
	CV_{Tempo}=15,85	CV_{Trat}=16,65			F=2,68; D=0,05; χ²=1,55			

¹ Dias após o plantio *Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 0,05; CV: coeficiente de variação; F, D e χ^2 : estatísticas dos testes de Tukey para aditividade Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors para normalidade, Bartlett para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e a aditividade do modelo a 0,01 de significância.

TABELA 6. Equações de regressão e os coeficientes de determinação (R^2), para massa seca de hastes (g planta^{-1}) de batateira, cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.

Tratamento	Equação	R² (%)
1	-0,00082x ² +0,1327x-1,2877	69,17
2	-0,00068x ² +0,1118-0,9357	72,20
3	-0,00078x ² +0,1246-1,0945	73,60
4	1,6e-05x ³ -0,0039x ² +0,2934x-3,643	80,45
5	1,7e-05x ³ -0,0041x ² +0,3092x-4,276	81,93
6	-4e-04x ² +0,0855x-0,161	81,17
7	-5e-04x ² +0,094x-0,5051	73,28
8	-7e-04x ² +0,118x-0,951	83,78
9	-8e-04x ² +0,1367x-1,349	75,45

Fernandes (2010) encontrou acúmulo de MS em hastes da cultivar Asterix, crescente até próximo aos 76 DAP ($10,02 \text{ g planta}^{-1}$), quantidade inferior a todos os tratamentos observados neste trabalho.

A manutenção das folhas no enchimento dos tubérculos é imprescindível para alcançar altas produtividades, uma vez que, no período em questão, ocorre intensa translocação de fotoassimilados e nutrientes minerais da parte aérea para os órgãos de reserva (ROBERTS; DOLE, 1985). A resposta quadrática dos fatores, relacionados à massa, demonstra o processo de crescimento e desenvolvimento da batateira, inicialmente vigorosa, com folhas e hastes sadias e, após um período de ascenção vegetativa, começa a deslocar a maior parte dos fotoassimilados para os tubérculos e

prossegue com a senescência natural.

4.1.4. Massa seca de tubérculos

A interação entre as proporções de fertilizantes potássicos e os períodos avaliados foi significativa para MS de tubérculos. Os tratamentos não diferiram entre si aos 56; 71 e 86 DAP (Tabela 7). Aos 101 a 116 DAP houve resposta distinta, aos 101 DAP 100% KCl esteve entre os tratamentos mais favoráveis ao acúmulo de MS de tubérculos, ao passo que na última coleta (116 DAP) a combinação entre as fontes refletiu em maior acúmulo de MS de tubérculos (Tabela 7).

TABELA 7. Médias de massa seca de tubérculos de batateira (g planta^{-1}), cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Tempo (DAP)¹					MÉDIAS
	56	71	86	101	116	
1	71,23a	86,49 ^a	180,76a	309,72a	312,73b	192,18
2	62,67a	101,10 ^a	168,31a	231,90b	246,87b	162,17
3	53,04a	91,35 ^a	239,02a	224,17b	364,99a	194,51
4	22,23a	150,47a	213,95a	369,21a	320,18b	215,21
5	76,79a	86,59a	172,15a	251,21b	322,34b	181,82
6	59,85a	130,90a	266,46a	278,66b	417,15a	230,60
7	61,09a	111,05a	204,14a	246,98b	384,64a	201,58
8	57,50a	150,82a	209,17a	326,60a	255,96b	200,01
9	60,51a	130,87a	238,69a	246,58b	410,33a	217,40
MÉDIAS	58,33	115,52	210,29	276,11	337,24	
*CV_{Trat}=31,62 ; CV_{Tempo}=31,54 F=0,59; W=0,98; χ²=0,76						

¹ Dias após o plantio *Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 0,05; CV: coeficiente de variação; F, W e χ^2 : estatísticas dos testes de Tukey para aditividade, Shapiro-Wilk para normalidade e Bartlett para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo a 0,01 de significância.

Quando a aplicação é efetuada com 25% KCl/75% K₂SO₄.2MgSO₄, o acúmulo máximo de MS de tubérculos ocorreu aos 108 DAP (281,09 g planta⁻¹). Nos demais tratamentos, o acúmulo segue linearmente até a colheita (Tabela 8).

TABELA 8. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para massa seca de tubérculos (g planta^{-1}) de batateira, cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.

Tratamento	Equação	R^2 (%)
1	4,7081x-212,714	91,89
2	3,3279x-124,0313	96,95
3	5,0447x-239,3311	91,50
4	5,431x-251,8556	87,13
5	4,3715x-194,131	96,07
6	5,7489x-263,8047	95,97
7	5,22x-247,36	96,54
8	-0,0853x ² +18,49776x-721,1592	90,45
9	5,4356x-250,0612	94,13

Fernandes et al. (2010) verificou que o acúmulo de MS nos tubérculos foi pequeno no início da tuberização, seguido de crescimento acelerado entre 55 e 69 DAP. Segundo o autor, os tubérculos da cultivar Asterix apresentam alta taxa de acúmulo de MS até aos 76 DAP, na qual a máxima acumulação foi obtida aos 97 DAP (166,68 g planta^{-1}).

4.2. Absorção e marcha de nutrientes

4.2.1. Teor de K em folhas

A interação entre as proporções de fertilizantes potássicos e os períodos avaliados foi significativa para teor de K nas folhas. Os tratamentos não diferiram entre si aos 26; 41 e 116 DAP. Nas demais avaliações, observou-se a ocorrência de grandes variações entre os tratamentos dentro de cada época de coleta, uma vez que aplicações em formas puras (aplicação de uma única fonte) demonstraram teores próximos de onde foram aplicados proporções, nas quais cada avaliação destacaram-se proporções diferentes (Tabela 9).

TABELA 9. Médias de teor de K em folhas de batateira (g kg^{-1}), cv. Asterix, (transformado por Box Cox, $\lambda=1,5$) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Tempo (DAP)¹							MÉDIAS
	26	41	56	71	86	101	116	
1	47,50a	44,87a	48,12a	59,50a	46,75a	37,75a	40,75a	46,46
2	44,50a	46,00a	44,25b	62,62a	50,62a	43,75a	40,00a	47,39
3	41,00a	47,12a	44,00b	58,62a	44,37b	33,87a	40,25a	44,17
4	41,50a	47,75a	48,25a	40,00d	43,62b	28,00b	40,50a	41,37
5	40,00a	48,12a	42,00b	52,37b	47,25a	37,50a	33,00a	42,89
6	42,50a	49,37a	36,50b	55,37b	45,00b	22,87b	36,00a	41,08
7	43,75a	52,00a	39,37b	48,87c	39,87b	34,62a	36,50a	42,14
8	39,50a	48,75a	53,12a	53,87b	49,75a	30,00b	40,25a	45,03
9	43,75a	43,37a	50,87a	56,25b	38,75b	31,00b	37,00a	43,00
MÉDIAS	42,66	47,48	45,16	54,16	45,11	33,26	38,25	

$$\text{*CV}_{\text{Trat}}=11,34; \text{CV}_{\text{Tempo}}=18,40 \quad F=0,18; D=0,08; \chi^2=1,36; L=1,76$$

¹ Dias após o plantio *Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 0,05; CV: coeficiente de variação; F, D, χ^2 e L: estatísticas dos testes de Tukey para aditividade Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors para normalidade, Bartlett e Levene para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo a 0,01 de significância.

O teor de K em folhas ao longo do ciclo apresentou resposta distinta entre os tratamentos. O tratamento 7, conforme demonstrado na tabela 10, ajustou-se ao modelo linear de regressão, ao passo que, os tratamentos 4; 8 e 9 se ajustam-se ao modelo cúbico e os demais, ao modelo quadrático. Os teores estimados como máximos, por meio das equações de regressão, apontam que ocorreram aos 61,79; 68,95; 64,84; 64,36 e 54,06 DAP (50,9; 53; 49,29; 49,11 e 46,54 g kg^{-1} , respectivamente).

TABELA 10. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para teor de K em folhas (g kg^{-1}) de batateira, cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.

Tratamento	Equação	R^2 (%)
1	-0,0301x ² +3,72x+126,85	41,87
2	-0,0424x ² +5,847x+55,4714	45,29
3	-0,0346x ² +4,487x+84,577	38,22
4	-0,012x ³ -0,2648x ² +16,98x-108,65	69,38
5	-0,0408x ² +5,252+59,781	69,89
6	-0,0265x ² +2,865x+133,58	32,01
7	-0,8404x+244,31	43,70
8	0,0012x ³ -0,3023x ² +22,18x-238,86	73,94
9	0,00094x ³ -0,2319x ² +16,46x-114,9	59,09

Vale ressaltar que o teor de K em duas avaliações, aos 71 e 86 DAP, fase em que as plantas encontram-se em pleno desenvolvimento e com alta taxa fotossintética, os tratamentos 1 e 2 destacaram-se com altos valores. Logo, quando aplicados em formas

puras (100% KCl ou 100% $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$) foram mais absorvidos e translocados para as folhas. No entanto, tem-se que avaliar se a alta concentração nos tecidos foliares é reflexo de melhores desempenhos (vegetativos com reflexos em produtivos). Máximos teores relacionam-se aos 54 a 68 DAP.

Por um lado, Jones Junior, Wolf e Mill (1991) relataram que teores foliares de K entre 93 e 115 g kg^{-1} são adequados para a cultura da batata. Já Decuyper (2002) apud Ayalew e Beyene (2011) relacionou valores de 20 a 50 g kg^{-1} a um teor ótimo em tecidos de batateira. Lorenzi et al. (1996) consideraram como adequado um teor de K de 40 a 65 g planta $^{-1}$. Por outro, Reis Junior e Fontes (1996) relataram que teores de 74,1 a 89,1g kg^{-1} de K na MS de folhas são potencialmente refletidos em 99 a 100% da produção. Nenhum tratamento se enquadrou nos teores de Reis Junior e Fontes, a maioria dos tratamentos, em boa parte das épocas de avaliação, situam-se no intervalo referido por Lorenzi e seus colaboradores.

Bregagnoli (2006) destaca que mais estudos devem ser realizados para a cultivar Asterix, em especial quanto ao comportamento do K e Mg e suas relações. Fontes (1997) afirma que frente às altas adubações com K, há a necessidade de adubação suplementar com o Mg. Neste trabalho, a porcentagem de Mg contida no $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$, porém, não se distinguiu efetivamente do KCl, possivelmente pela dose aplicada.

É bom lembrar que, os teores dos nutrientes são variáveis conforme a cultivar, o solo, a safra e o manejo. Além disso, a obtenção dos resultados pela análise de nutrientes (solo e /ou plantas) pode apresentar pequenas oscilações quanto aos teores expressos, isso porque pode ocorrer variação em processos químicos em análise realizadas por diferentes laboratórios, e, por conseguinte, terem faixas distintas relatados por estados e estações experimentais. Portanto, os resultados devem ser comparados com aqueles embasados nos procedimentos laboratoriais desenvolvidos e calibrados para uma região de crescimento específico e relacionado com ensaios de rendimento daquela região (PANIQUE; KELLING; SCHULTE, 1997).

Cogo et al. (2006), em estudo com níveis de disponibilidade de K, observou os teores de K em função da matéria seca e verificou que independentemente da disponibilidade de K, os teores de K em hastes e tubérculos diminuíram linearmente com o avanço do ciclo. As hastes apresentaram teor 2,2 vezes superiores aos tubérculos. O autor observou também que as folhas e hastes constituíram os principais drenos na planta em fases iniciais (teores máximos de 43 e 104 g kg^{-1} de K, respectivamente), já nas fases finais,

os tubérculos representaram cerca de 80% da massa de matéria seca total, com teores máximos de K de 25 g kg^{-1} . Valores esses, semelhantes aos encontrados pelo autor, foram observados para folhas e tubérculos, já o teor das hastes foram inferiores ao citado na literatura.

Existem diversos trabalhos antigos, que trazem informações interessantes a respeito das curvas de acúmulo de nutrientes para uma série de culturas, no entanto, faz-se necessário desenvolver novos estudos neste sentido, uma vez que, as tecnologias atuais levaram a incrementos de produtividade muito relevantes, se comparados aos alcançados em outras épocas (FURLANI; PURQUEIRO, 2010).

Panique, Kelling e Schult (1997) afirmaram que a concentração de K nas folhas acentua com o aumento de dose de qualquer fonte de K aplicada e diminui com a maturidade da planta. Todavia, em uma mesma dose, aumentos superiores foram encontrados quando fertilizados com KCl, o que não ocorreu neste experimento, no qual os teores foram próximos entre as fontes e proporções, na mesma dosagem aplicada.

Ayalew e Beyene (2011) não encontraram influência de fertilizantes potássicos sob a concentração de potássio na folha, porém, a maior dose de K testada ($320 \text{ kg K}_2\text{O}$ na forma de KCl) refletiu em menor concentração de K na folha (6,73%). Possivelmente, o excesso de cloro, contido na alta dose, pode ter gerado inconvenientes relacionados com a absorção e à translocação de K. No presente trabalho, não foi encontrado indícios de redução de K devido à dose aplicada.

Em contraste com este estudo, Pauletti e Menarin (2004) verificaram variação no teor de K nas folhas frente à aplicação de fontes e doses. O nutriente, em combinação com o sulfato ($31,10 \text{ g kg}^{-1}$), revelou teor 10,93% superior comparado ao cloreto. Mohr e Tomasiewicz (2012) apontaram aumentos significativos lineares na concentração de K em pecíolos de folhas com o aumento da dose de KCl.

4.2.2. Teor de K em hastes

Não houve interação significativa entre as épocas de avaliação e os tratamentos testados. Maiores teores de potássio em hastes relacionaram-se à aplicação dos tratamentos 1; 2 e 3 ($59,03$; 59 e $58,60 \text{ g kg}^{-1}$), conforme demonstrado na figura 2, ou seja, às aplicações de fontes isoladas no plantio e cobertura e, 100% KCl no plantio e 100% $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{MgSO}_4$ em cobertura (Tabela 11). Logo, para esse parâmetro avaliado a aplicação em combinações obtiveram menores teores deste nutriente. O máximo teor estimado refere-se aos 57 DAP (g kg^{-1}).

TABELA 11. Médias de teor de K em hastes de batateira (g kg^{-1}), cv. Asterix, (transformado por Box Cox, $\lambda=1,5$) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Teor K hastes (g kg^{-1})
1	59,05a
2	59,00a
3	58,60a
4	55,39b
5	51,25c
6	50,92c
7	51,50c
8	55,28b
9	54,16b
*CV (%)	15,53
$F=6,24; D=0,08; \chi^2=4,60; L=1,06$	

*Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 0,05; CV: coeficiente de variação; F, D, χ^2 e L: estatísticas dos testes de Tukey para aditividade Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors para normalidade e Bartlett e Levene para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo a 0,01 de significância.

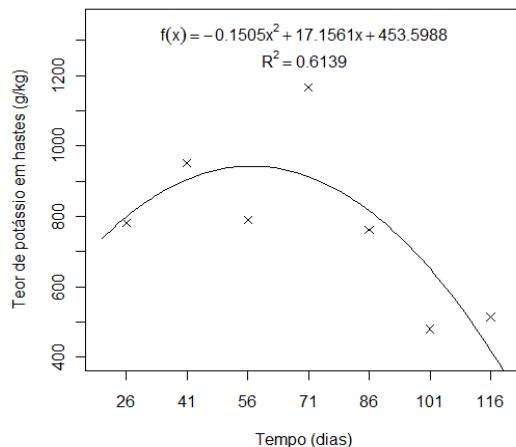


FIGURA 2. Teor de K em hastes (g kg^{-1}) (transformado por Box Cox, $\lambda=1,5$) ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.

4.2.3. Teor de K em tubérculos

A interação entre as proporções de fertilizantes potássicos e os períodos avaliados foi significativa para teor de K em tubérculos (Tabela 13). Em geral, o teor de K em tubérculos expressou pouca variação entre as épocas de avaliação. Na última avaliação, (116 DAP), apenas 87,5% de KCl/12,5 K₂SO₄.2MgSO₄ revelaram um baixo teor de K. Logo, na dose utilizada, as fontes de K e suas proporções não refletiram em diferenças substanciais nos tubérculos entre a maioria dos tratamentos (Tabela 12).

TABELA 12. Médias de teor de K em tubérculos de batateira (g kg^{-1}), cv. Asterix, (transformado por \ln) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Tempo (DAP)¹					MÉDIAS
	56	71	86	101	116	
1	25,25b	14,75b	24,50a	27,00b	29,50a	24,20
2	23,25b	28,62a	21,62a	41,50a	31,75a	29,35
3	25,12b	26,25a	23,87a	21,00c	30,75a	25,40
4	24,00b	23,75a	24,75a	19,37c	31,25a	24,62
5	22,75b	23,75a	18,62a	27,37b	22,75b	23,05
6	20,75b	22,37a	19,50a	15,25d	27,75a	21,12
7	33,75a	22,12a	25,50a	20,75c	27,75a	25,97
8	33,50a	22,25a	23,37a	21,75c	31,25a	26,42
9	25,87b	21,62a	20,75a	19,75c	35,50a	24,70
MÉDIAS	26,02	22,83	22,50	23,75	29,80	

$$*CV_{\text{Trat}}=4,55 ; CV_{\text{Tempo}}=5,10 \quad F=2,34; W=0,94; \chi^2=0,24$$

¹Dias após o plantio, *Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 0,05; CV: coeficiente de variação; F, W e χ^2 : estatísticas dos testes de Tukey para aditividade, Shapiro-Wilk para normalidade e Bartlett para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo a 0,01 de significância.

Nos tratamentos 1; 3; 7; 8 e 9, conforme demonstrado na tabela 13, houve ajuste ao modelo quadrático, os teores mínimos de K ocorreram aos 74,8; 83,5; 90, 6; 87,2; 85,2 DAP (20,0; 22,6; 20,2; 20,9 e 17,6 g kg^{-1}), respectivamente. A partir destas datas houve incremento nos teores dos referidos tratamentos. No tratamento 2, o modelo mais adequado foi o linear com maior teor (116 DAP) de 83,53 g kg^{-1} .

TABELA 13. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para teor de K em tubérculos (g kg^{-1}) de batateira, cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.

Tratamento	Equação	R^2 (%)
1	$0,000267x^2 - 0,03995x + 4,4968$	45,23
2	$0,0067x + 2,77$	37,68
3	$0,000214x^2 - 0,03575x + 4,6139$	38,97
4	$1,8e-05x^3 - 0,004491x^2 + 0,3544 - 5,826$	75,82
6	$2,8e-05x^3 - 0,00702x^2 + 0,5562x - 11,1$	93,11
7	$0,00037x^2 - 0,0671x + 6,048$	81,72
8	$0,0043x^2 - 0,075x + 6,308$	88,48
9	$-0,00044x^2 - 0,075x + 6,07$	84,42

Existe uma quantidade significativa de classificações, quanto à faixa ótima de K em tubérculos. Walworth e Muniz (1993) relatam adequados teores entre 14,1 a 21,3 g kg^{-1} , Srek, Hejcmán e Kunzová (2010) valores de 16 a 23 g kg^{-1} e CFSEMG (1999) revela como referência teores no tecido de 93 a 115 g kg^{-1} para K em batata. Neste trabalho, os teores encontrados são superiores aos dois autores citados, mas são inferiores ao sugerido pela CFSEMG.

4.2.4. Acúmulo de K em folhas

A interação entre as proporções de fertilizantes potássicos e os períodos avaliados foi significativa para acúmulo de K em folhas. Na maioria das coletas, não houve diferença entre os tratamentos (26; 71; 86 e 116 DAP). Aos 56 e 101 DAP houve diferenças, no entanto, os resultados não indicaram uma relação consistente, pois, em cada avaliação, proporções diferentes favoreceram o acúmulo de K em folhas e em ambas a aplicação de fontes isoladas (100% KCl e 100% K₂SO₄.2MgSO₄) acumularam quantidades semelhantes à algumas combinações entre elas (Tabela 14).

TABELA 14. Médias de acúmulo de K em folhas de batateira (g planta⁻¹), cv. Asterix, (transformado por ln) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Tempo (DAP)¹							MÉDIAS
	26	41	56	71	86	101	116	
1	0,20a	0,66b	2,60a	1,69a	1,36a	1,54a	1,04a	1,30
2	0,18a	0,78b	2,93a	1,63a	1,20a	1,40a	0,77a	1,26
3	0,15a	0,91b	1,73b	1,91a	1,75a	1,34a	0,72a	1,21
4	0,26a	0,75b	1,12b	1,33a	1,35a	0,93b	1,08a	0,97
5	0,25a	0,65b	2,04a	1,17a	1,20a	0,84b	1,01a	1,02
6	0,37a	1,63a	4,35a	2,05a	1,90a	0,77b	1,29a	1,76
7	0,17a	0,88b	1,57b	1,57a	1,42a	1,30a	1,24a	1,16
8	0,20a	1,26a	1,86a	2,24a	1,82a	1,30a	1,16a	1,40
9	0,23a	0,61b	1,66b	2,15a	1,87a	1,21a	1,33a	1,29
MÉDIAS								
*CV_{Trat}=69,24; CV_{Tempo}=72,94				F=6,34; D=0,04; χ²=3,34;				

¹ Dias após o plantio, *Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 0,05; CV: coeficiente de variação; F, D,χ²: estatísticas dos testes de Tukey para aditividade Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors para normalidade, Bartlett para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo a 0,01 de significância.

Todos os tratamentos ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão. Os valores máximos de acúmulo de K em folhas estimados para os tratamentos 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; e 9, conforme demonstrado na tabela 15, foram de 2,05; 2,01; 2,31; 1,37; 1,36; 2,09; 1,78; 2,33 e 1,97 g planta⁻¹, respectivamente, aos quais estão relacionados aos 80,62; 77,72; 78,63; 83,33; 80,10; 75,35; 82,31; 79,61 e 82,69 DAP.

TABELA 15. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para acúmulo de K em folhas (g planta^{-1}) de batateira, cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.

Tratamento	Equação	R^2 (%)
1	-0,000073x ² +0,1177x-4,02	84,09
2	-0,000081x ² +0,1259x-4,19	83,49
3	-0,000091x ² +0,1431x-4,79	93,97
4	-0,000045x ² +0,075x-2,81	89,10
5	-0,000051x ² +0,0817x-2,96	71,16
6	-0,000057x ² +0,0859x-2,5	56,79
7	-0,000065x ² +0,107x-3,82	87,06
8	-0,000076x ² +0,121x-3,97	90,07
9	-0,000065x ² +0,1075x-3,76	92,37

Fernandes (2010) relatou acúmulo máximo de 2150,4 mg planta^{-1} aos 74 DAP, valor este semelhante ao encontrado em alguns tratamentos. A redução posterior, após o máximo, refere-se à redução da MS, queda de folhas e remobilização do K das folhas para outras partes das plantas.

Yorinori (2003) verificou que o acúmulo de K em folhas, na cultivar Atlantic, se ajustou ao modelo quadrático de regressão, nas safras das águas e seca, e que foi superior na safra das águas. O acúmulo máximo encontrado pela autora ocorreu aos 46 DAP (1.103,32 mg planta^{-1}) na safra da seca e 70 DAP (1.058,93 mg planta^{-1}) na safra das águas. Pode-se verificar que a cultivar Asterix apresentou valores bem superiores aos relatados pela autora para Atlantic.

4.2.5. Acúmulo de K em hastes

A interação entre as proporções de fertilizantes potássicos e os períodos avaliados foi significativa para acúmulo de K em hastes. Na maioria das avaliações, não houve diferença estatística entre os tratamentos (26; 41; 71 e 116 DAP). Nas demais avaliações, se destacaram a aplicação de 100% KCl (plantio e cobertura) e entre as proporções o tratamento 9 (12,5KCl/87,5% $\text{K}_2\text{SO}_4\cdot 2\text{MgSO}_4$). Assim, pode-se notar que, dependendo da fase de desenvolvimento, plantas que receberam alguns dos tratamentos, acumularam mais K em hastes que em outros. Contudo, as respostas são contrastantes; pois, tanto a maior % K na forma de KCl (tratamento 1) quanto ao tratamento com a menor % de K via KCl (tratamento 9) não diferiram, no que se refere ao acúmulo de K em hastes, ao passo que proporções intermediárias apresentaram menores acúmulos que nos citados tratamentos (Tabela 16).

TABELA 16. Médias de acúmulo de K em hastes de batateira (g planta^{-1}), cv. Asterix, (transformado por raiz quadrada) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Tempo (DAP)¹							MÉDIAS
	26	41	56	71	86	101	116	
1	0,09a	0,64a	1,17a	0,80a	0,70a	0,97a	0,45a	0,69
2	0,07a	0,55a	0,87b	0,86a	0,50b	0,57b	0,40a	0,55
3	0,09a	0,80a	0,68b	0,82a	0,79a	0,77a	0,34a	0,61
4	0,13a	0,67a	0,57b	0,99a	0,48b	0,42b	0,54a	0,54
5	0,11a	0,28b	0,80b	0,61a	0,45b	0,44b	0,51a	0,46
6	0,09a	0,67a	0,64b	0,73a	0,69a	0,55b	0,83a	0,60
7	0,08a	0,49a	0,81b	0,66a	0,57b	0,71a	0,54a	0,55
8	0,12a	0,56a	0,78b	1,05a	0,73a	0,81a	0,55a	0,66
9	0,08a	0,62a	1,48a	0,90a	0,87a	0,85a	0,61a	0,77
MÉDIAS	0,09	0,59	0,86	0,82	0,64	0,68	0,53	
*CV_{Trat}=18,28; CV_{Tempo}=17,92				F=0,94; D=0,06; χ²=0,96				

¹ Dias após o plantio, *Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 0,05; CV: coeficiente de variação; F, D e χ^2 : estatísticas dos testes de Tukey para aditividade Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors para normalidade, Bartlett para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo a 0,01 de significância.

O tratamento 4 ajustou-se ao modelo cúbico de regressão e todos os outros tratamentos ao modelo quadrático. Os máximos acúmulos de K em hastes estimados para os tratamentos 1; 2; 3; 5; 6; 7; 8 e 9 foram 0,98; 0,81; 0,86; 0,64; 0,75; 0,81; 0,98; 1,12 g planta^{-1} , respectivamente (Tabela 17).

TABELA 17. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para acúmulo de K em hastes (g planta^{-1}) de batateira, cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.

Tratamento	Equação	R² (%)
1	-0,00024x ² +0,0364x-0,3938	76,68
2	-0,00022x ² +0,332x-0,3503	77,03
3	-0,00023x ² +0,03427x-0,3425	79,73
4	5e-06x ³ -0,0012x ² +0,023x-1,284	78,47
5	-0,00014x ² +0,0227x-0,1249	68,12
6	-0,00012x ² +0,0208x-0,0275	64,28
7	-0,00015x ² +0,0255x-0,1803	81,23
8	-2e-04x ² +0,032x-0,2927	91,73
9	-0,00025x ² +0,039x-0,4592	78,05

Yorinori (2003) verificou que o acúmulo de K em hastes, na cultivar Atlantic, se ajustou ao modelo quadrático de regressão, nas safras das águas e seca. O acúmulo máximo de K ocorreu aos 52 DAP ($805,59 \text{ g planta}^{-1}$) na safra da seca e 72 DAP ($546,36 \text{ mg planta}^{-1}$) na safra das águas. Dessa forma, os acúmulos máximos para Asterix é mais tardio do que para a Atlantic, ocorrendo entre 74 a 86 DAP.

Fernandes (2010) relatou que a intensidade de K acumulada pelas hastes, da cultivar Asterix, aumentou a partir dos 35 DAP, e o máximo acúmulo encontrado foi em período anterior aos observados neste trabalho ($1078,00 \text{ mg planta}^{-1}$) aos 70 DAP.

4.2.6. Acúmulo de K em tubérculos

A interação entre as proporções de fertilizantes potássicos e os períodos avaliados, foi significativa para acúmulo de K em tubérculos. Apenas nas últimas duas avaliações houve distinção entre os tratamentos. A aplicação das fontes puras enquadraram-se entre os maiores acúmulos observados aos 101 DAP e menores aos 116 DAP. Os maiores acúmulos, ao final do desenvolvimento da batateira, refereriram-se aos tratamentos em que houve proporções entre as duas fontes avaliadas (Tabela 18).

TABELA 18. Médias de acúmulo de K em tubérculos de batateira (g planta^{-1}), cv. Asterix, (transformado por raiz quadrada) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Tempo (DAP)¹					MÉDIAS
	56	71	86	101	116	
1	1,80a	1,26a	4,41a	8,62a	9,13b	5,04
2	1,42a	3,13a	3,63a	9,67a	7,85b	5,14
3	1,28a	3,15a	5,69a	4,84b	11,19a	5,23
4	0,54a	5,08a	5,29a	6,79a	9,97a	5,53
5	1,74a	2,03a	3,24a	6,89a	7,27b	4,23
6	1,23a	2,93a	5,13a	4,37b	11,76a	5,08
7	2,22a	2,44a	4,97a	5,02b	10,59a	5,05
8	1,90a	3,35a	4,90a	7,12a	7,76b	5,01
9	1,55a	2,82a	4,97a	4,94b	13,85a	5,62
MÉDIAS	1,52	2,91	4,69	6,47	9,93	
*CV_{Trat}=17,34 ; CV_{Tempo}=17,24			F=0,03; W=0,98; χ²=0,06			

¹ Dias após o plantio, *Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 0,05; CV: coeficiente de variação; F, W e χ^2 : estatísticas dos testes de Tukey para aditividade, Shapiro-Wilk para normalidade e Bartlett para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo a 0,01 de significância.

O tratamento 9 apresentou resposta quadrática, com mínimo acúmulo aos 51,88 DAP ($1,34 \text{ g kg}^{-1}$), aumentando gradativamente com o decorrer do ciclo. Os demais tratamentos revelaram crescimento contínuo positivo de forma linear (Tabela 19).

TABELA 19. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para acúmulo de K em tubérculos (g planta⁻¹) de batateira, cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.

Tratamento	Equação	R^2 (%)
1	0,034x-0,85	87,43
2	0,031x-0,549	85,14
3	0,0322x-0,619	87,39
4	0,0356x-0,885	84,34
5	0,0265x-0,315	91,47
6	0,0322x-0,6763	85,38
7	0,0287x-0,341	89,60
8	0,024x-0,086	96,67
9	0,000531x ² -0,0551x+2,7671	91,23

Fernandes (2010) obteve acúmulo de K nos tubérculos ajustados a modelos sigmóides de regressão. O acúmulo do nutriente, segundo o autor, ocorreu do início da tuberização, até próximo aos 83 e 90 DAP, com máximo de 3.640 mg planta⁻¹, para a cultivar Asterix, valores próximos aos encontrados no presente trabalho.

Paula, Fontes e Nogueira (1986) relataram acúmulo de 80% do K em tubérculos da cultivar Mantiqueira. Relatos da quantidade de K acumulado/exportado são importantes para o manejo nutricional das áreas, uma vez que, dessa forma, estima-se quanto do potássio absorvido voltará ao solo após a decomposição da massa seca das folhas e das hastes de batata. A atenção a isto, se deve aos processos de manutenção dos teores de tal nutriente no solo.

4.2.7. Teor de Cl em folhas

A interação entre as proporções de fertilizantes potássicos e os períodos avaliados foi significativa para teor de Cl em folhas. A superioridade da concentração de Cl, entre a aplicação de 100% da dose via KCl e as proporções, foi mais evidente no início do desenvolvimento, embora não se diferiu em algumas proporções testadas. No final do ciclo da batateira, os tratamentos equipararam-se e, desta forma, a combinação do cloreto com o sulfato, visando à redução na quantidade do Cl, não se justifica na dose testada frente à aproximação dos acúmulos obtidos na última avaliação (116 DAP) (Tabela 20).

TABELA 20. Médias de teor de Cl em folhas de batateira (g kg^{-1}), cv. Asterix, (transformado por raiz quadrada) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Trat.	Tempo (DAP) ¹							MÉDIAS
	26	41	56	71	86	101	116	
1	28,50a	48,75a	53,25a	48,50a	35,50c	18,00b	18,25b	35,82
2	20,00b	29,12b	22,12c	43,25b	24,50d	30,75a	26,75a	28,07
3	25,50a	45,12a	43,50b	58,25a	42,25b	18,37b	27,75a	37,25
4	16,50b	32,75b	27,12c	50,75a	27,50d	7,25d	33,75a	27,94
5	25,50a	37,25a	39,87b	60,25a	52,75a	21,25b	35,50a	38,91
6	30,00a	44,12b	38,25b	43,75b	50,25a	11,75c	22,50a	34,80
7	22,25a	34,75b	34,62b	34,00c	39,50b	15,62c	28,50a	29,89
8	24,00a	37,87b	39,87b	41,00b	33,00c	12,75c	29,25a	31,10
9	17,00b	26,37b	25,45c	33,50c	25,25d	13,62c	30,75a	24,56
MÉDIAS	23,25	37,34	36,00	45,91	36,72	16,59	28,11	
CV_{Trat}=8,97; CV_{Tempo}=10,96				F=0,02; D=0,07; χ²=2,85; L=1,53				

¹ Dias após o plantio, *Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 0,05; CV: coeficiente de variação; F, D, χ^2 e L: estatísticas dos testes de Tukey para aditividade Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors para normalidade, Bartlett e Levene para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo a 0,01 de significância.

Os teores de Cl em folhas ao longo do ciclo, apresentaram respostas similares entre os tratamentos. Os tratamentos 3; 4; 7; 8 e 9, conforme demonstrado na tabela 21, ajustaram-se ao modelo cúbico de regressão, no tratamento 2 não houve diferença estatística para a regressão. No que se refere aos demais tratamentos, os mesmos ajustaram-se ao modelo quadrático. Os máximos KCl estimados para a cultivar Asterix, diante o manejo adotado, foram encontrados entre 45 e 71 DAP.

TABELA 21. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para teor de Cl em folhas (g kg^{-1}) de batateira, cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.

Tratamento	Equação	R^2 (%)
1	-0,00102x ² +0,1211x+3,3006	82,10
3	2,3e-05x ³ -0,00582x ² +0,435x-2,8513	71,21
4	3,9e-05x ³ -0,00893x ² +0,6094x-6,7113	42,84
5	-0,00088x ² +0,1264x+2,379	44,86
6	-0,00071x ² +0,0843x+3,995	40,46
7	1,8e-05x ³ -0,00438x ² +0,3112x-0,787	48,70
8	3,1e-05x ³ -0,00704x ² +0,479x-3,517	68,20
9	2,2e-05x ³ -0,005x ² +0,3396x-1,87	44,23

Mohr e Tomasiewicz (2012), ao estudarem dose e época de aplicação em diferentes locais e anos, observaram que, geralmente, a concentração de Cl em pecíolo de folhas aumentou com o aumento da dose de KCl para todos os locais testados, com magnitude distinta de acordo com o local. Além disso, relataram que, em alguns locais, a concentração de Cl comportou-se de maneira a estabilizar em maiores taxas de KCl.

Segundo James et al. (1994) as concentrações crescentes de Cl podem promover efeito negativo sobre as concentrações de nitrato em pecíolos de folhas. No presente experimento, a dose não foi elevada o suficiente para refletir distinção entre as fontes, em geral, em cada época uma ou outra proporção destacou-se, sem, no entanto, indicar influência decisiva no teor de Cl de folhas.

Aumento no teor de Cl, em tratamento com cloreto (comparado a sulfato, doses de cloreto e controle), também foi observado por Baslavskaja (1936). Ao analisar o teor de açúcares nas folhas das plantas do experimento, o autor afirmou que o referido nutriente relaciona-se com um abrandamento da fotossíntese, consequentemente, há uma redução na formação de carboidratos, e, com isso, menor translocação para os órgãos de reserva e raízes. De acordo com James et al. (1994), ânions Cl e sulfato reduzem a produção de ânions orgânicos, pois o cloreto promove redução mais substancial do que o sulfato. Com base nos resultados de produtividade, tais relatos, provavelmente, não ocorreram em intensidade significativa na dose testada neste trabalho ($180 \text{ kg de K}_2\text{O ha}^{-1}$).

4.2.8. Teor de Cl em hastes

Para o teor de cloro em hastes, a análise estatística apontou que os dados não apresentaram normalidade e homogeneidade, várias transformações foram testadas, porém, nenhuma foi capaz de alterar a condição inicial obtida. Portanto, não foi possível comparar as médias do fator qualitativo, tampouco efetuar regressões para o fator quantitativo. As médias encontradas aos 26; 41; 56; 71; 86; 101 e 116 foram 29,61; 50,92; 48,68; 33,47; 59,72; 45,32 e 55,28 g planta^{-1} , respectivamente. Já as encontradas para os tratamentos 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8 e 9, conforme demonstrado na tabela 22, foram 54,75; 39,70; 50,57; 41,35; 51,20; 46,79; 45; 43,21 e 42,73 g planta^{-1} , respectivamente.

TABELA 22. Médias de teor de Cl em hastes de batateira (g kg^{-1}), cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Tempo (DAP)¹							MÉDIAS
	26	41	56	71	86	101	116	
1	32,25	72,37	78,37	42,00	72,00	58,75	27,50	54,75
2	27,25	41,75	33,37	32,25	53,50	45,00	44,75	39,70
3	33,00	62,62	47,37	41,25	60,00	59,25	50,50	50,57
4	21,75	48,45	39,75	33,75	49,75	24,50	71,50	41,35
5	32,00	54,37	40,75	44,00	65,50	53,50	68,25	51,20
6	30,75	56,37	44,87	34,75	66,50	44,75	49,50	46,79
7	29,00	47,62	47,12	22,50	64,00	43,50	61,25	45,00
8	31,25	35,62	55,75	28,50	54,50	35,87	61,00	43,21
9	29,25	39,12	50,75	22,25	51,75	42,75	63,25	42,73
MÉDIAS	29,61	50,92	48,68	33,47	59,72	45,32	55,28	
CV_{Trat} =21,36; CV_{Tempo} =19,90					F=7,59; D=0,10; χ²=5,66; L=2,58			

¹ Dias após o plantio, * CV: coeficiente de variação; F, D, χ^2 e L: estatísticas dos testes de Tukey para aditividade Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors para normalidade, Bartlett e Levene para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo a 0,01 de significância.

4.2.9. Teor de Cl em tubérculos

A interação entre as proporções de fertilizantes potássicos e os períodos avaliados foi significativa para teor de Cl em tubérculos. Aos 56; 71 e 116 DAP todos os tratamentos tiveram teores de cloro similares de Cl. Aos 86 DAP os maiores teores foram encontrados em tratamentos com cloreto e sulfato (5; 6 e 7: 5,75; 7 e 5 g kg^{-1} , respectivamente). Aos 101 DAP, apenas onde aplicou-se 100% sulfato duplo de K e Mg, houve maior teor de Cl ($9,75 \text{ g kg}^{-1}$) (Tabela 23).

TABELA 23. Médias de teor de Cl em tubérculos de batateira (g kg^{-1}), cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Tempo (DAP)¹					MÉDIAS
	56	71	86	101	116	
1	4,75a	0,87a	7,12a	5,25b	8,50a	5,30
2	2,87a	1,00a	2,50b	9,75a	10,75a	5,37
3	5,12a	0,62a	3,50b	6,25b	13,00a	5,70
4	2,00a	0,75a	3,50b	5,00b	12,25a	4,70
5	3,37a	1,37a	5,75a	6,00b	13,50a	6,00
6	2,87a	1,75a	7,00a	6,50b	9,75a	5,57
7	3,12a	3,50a	5,00a	4,25b	11,00a	5,37
8	6,00a	1,00a	3,75b	6,00b	10,50a	5,45
9	3,25a	1,00a	3,50b	3,50b	10,50a	4,35
MÉDIAS	3,71	1,32	4,62	5,83	11,08	
CV_{Trat} =35,23 ; CV_{Tempo} =44,40				F=0,59; W=0,98; χ²=0,65		

¹ Dias após o plantio, *Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 0,05; CV: coeficiente de variação; F, W e χ^2 : estatísticas dos testes de Tukey para aditividade, Shapiro-Wilk para normalidade e Bartlett para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo a 0,01 de significância.

Os tratamentos 2; 3; 4; 5; 7; 8 e 9, conforme demonstrado na tabela 24, ajustaram-se ao modelo quadrático, os teores mínimos de Cl estimados foram 1,9; 1,77; 1,09; 2,31; 2,81; 2,42 e 1,55 g kg⁻¹ de Cl e referem-se aos 63,6; 76; 69,5; 68,7; 70,2; 78,0 e 74,5 DAP, respectivamente. Os tratamentos 1 e 6 expressaram aumento linear ao decorrer do ciclo.

TABELA 24. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para teor de Cl em hastes (g kg⁻¹) de batateira, cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.

Tratamento	Equação	R^2 (%)
1	0,0792x-1,5083	42,15
2	0,00365x ² -0,4646x+16,6867	85,05
3	0,0071x ² -1,0792x+42,7836	96,37
4	0,005x ² -0,65x+25,24	96,99
5	0,0047x ² -0,6464x+24,5389	91,83
6	0,1233x-5,0317	81,03
7	0,0033x ² -0,4633x+19,0683	84,32
8	0,00587x ² -0,9168x+38,2173	90,26
9	0,0051x ² -0,7603x+29,885	91,27

Não só as respostas quanto ao cloro, mas também as intensidades variam entre os diferentes órgãos, e a parte áerea é a menos propensa a detecção de sintomas de quantidade excessiva de cloro (BASLAVSKAJA, 1936). Pauletti e Menarim (2004) encontraram correlação negativa entre o teor foliar de Cl e o teor da MS dos tubérculos, o que indica que maior quantidade deste nutriente afetam negativamente a qualidade do tubérculo. No presente trabalho, não foi encontrado menos Cl na fonte de K via K₂SO₄.2MgSO₄ frente ao KCl.

4.2.10. Acúmulo de Cl em folhas

A interação entre as proporções de fertilizantes potássicos e os períodos avaliados foi significativa para acúmulo de Cl em folhas. Aos 71 DAP não houve diferença entre os tratamentos e as demais combinações. Nas demais avaliações, a aplicação de 100% do fertilizante via KCl apresentou maiores acúmulos de Cl, porém, não se diferiu de algumas combinações com K₂SO₄.2MgSO₄. Na última coleta, na qual foi fertilizado com proporções entre as fontes apresentou mais Cl do que na qual foi aplicado só KCl, conforme demonstrado na tabela 25.

TABELA 25. Médias de acúmulo de Cl em Folhas de batateira (g planta^{-1}), cv. Asterix, (transformado por \ln) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Tempo (DAP)¹							MÉDIA S
	26	41	56	71	86	101	116	
1	0,12b	0,73a	3,07a	1,38a	1,04a	0,73a	0,46b	1,07
2	0,08b	0,49b	1,49b	1,12a	0,58b	0,99a	0,49b	0,75
3	0,09b	0,87a	1,74b	1,91a	1,65a	0,72a	0,49b	1,07
4	0,10b	0,52b	0,64c	1,78a	0,85a	0,23b	0,89a	0,72
5	0,15a	0,49b	1,89b	1,37a	1,31a	0,47a	1,07a	0,96
6	0,25a	1,45a	5,16a	1,58a	2,22a	0,41b	0,88a	1,71
7	0,08b	0,59b	1,38b	1,07a	1,39a	0,56a	0,97a	0,86
8	0,12b	0,96a	1,42b	1,68a	1,16a	0,56a	0,83a	0,96
9	0,09b	0,36b	0,88c	1,29a	1,19a	1,54a	1,06a	0,77
MÉDIAS	0,12	0,72	1,96	1,46	1,26	0,58	0,79	
	CV_{Trat}=97,16; CV_{Tempo}=102,95							F=6,23; D=0,06; χ²=3,70

¹ Dias após o plantio, *Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 0,05; CV: coeficiente de variação; F, D e χ^2 : estatísticas dos testes de Tukey para aditividade Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors para normalidade, Bartlett para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo a 0,01 de significância.

Quanto à acumulação nos períodos avaliados, os resultados ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão nos tratamentos 1; 2; 3; 7; 8 e 9, conforme tabela 26, e os demais tratamentos ajustaram-se ao modelo cúbico. Os máximos acúmulos de Cl em folhas estimados para os tratamentos 1; 2; 3; 7; 8 e 9 (1,73; 1,25; 2,41; 1,44; 1,58; 1,11 são referentes aos 74,45; 80; 77,59; 82,43; 78,19 e 87,50 DAP g planta^{-1} , respectivamente).

TABELA 26. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para teor de Cl em tubérculos (g kg^{-1}) de batateira, cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.

Tratamento	Equação	$R^2 (%)$
1	-0,001x ² +0,1489x-4,995	79,96
2	-0,00082x ² +0,1312x-5,0216	80,93
3	-0,0011x ² +0,1707x-5,7374	89,85
4	2e-05x ³ -0,0052x ² +0,3038x-9,4556	72,47
5	1,9e-05x ³ -0,0047x ² +0,3632x-8,5892	86,38
6	2,5e-05x ³ -0,006x ² +0,4385x-9,2463	84,98
7	-0,00076x ² +0,1253x-4,794	76,89
8	-8e-04x ² +0,1251x-4,4272	75,74
9	-0,00062x ² +0,1085x-4,6379	82,21

4.2.11. Acúmulo de Cl em hastes

A interação entre as proporções de fertilizantes potássico e os períodos avaliados foi significativa para acúmulo de Cl em hastes. Os resultados para hastes foram semelhantes aos encontrados em folhas. Aos 71 DAP não houve diferença entre os

tratamentos e as demais combinações; nas demais avaliações, a aplicação de 100% do fertilizante via KCl apresentou maiores acúmulos de Cl, porém não se diferiu de algumas combinações com $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$. Na última coleta, onde foi fertilizado com proporções entre as fontes apresentaram mais Cl do que onde foi aplicado só KCl (Tabela 27).

TABELA 27. Médias de acúmulo de Cl em hastes de batateira ($g\ plant^{-1}$), cultivar Asterix, (transformado por raiz quadrada) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Tempo (DAP)¹							MÉDIAS
	26	41	56	71	86	101	116	
1	0,04a	0,74a	1,49a	0,48a	0,85a	1,21a	0,24b	0,72
2	0,03a	0,35b	0,48b	0,36a	0,44b	0,54b	0,41b	0,37
3	0,04a	0,76a	0,60b	0,42a	0,81a	0,97a	0,37b	0,57
4	0,05a	0,51b	0,41b	0,45a	0,40b	0,26c	0,81a	0,41
5	0,06a	0,27b	0,66b	0,39a	0,64a	0,50b	0,90a	0,49
6	0,05a	0,61a	0,60b	0,39a	0,95a	0,76a	0,90a	0,61
7	0,04a	0,36b	0,80b	0,23a	0,74a	0,76a	0,97a	0,56
8	0,06a	0,36b	0,73b	0,41a	0,70a	0,81a	0,71a	0,54
9	0,05a	0,39b	1,24a	0,30a	0,80a	0,96a	0,92a	0,67
MÉDIAS	0,05	0,48	0,78	0,38	0,70	0,75	0,69	
CV_{Trat}=22,77; CV_{Tempo}=21,32				F=2,43; D=0,06; χ²=1,50				

¹ Dias após o plantio, *Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 0,05; CV: coeficiente de variação; F, D, χ^2 : estatísticas dos testes de Tukey para aditividade Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors para normalidade, Bartlett para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo a 0,01 de significância.

Os tratamentos 1; 2; 3; 6 e 8, se ajustaram ao modelo quadrático de regressão, enquanto o 9 se ajustou ao modelo cúbico e, o restante, modelo linear. Os máximos acúmulos de Cl estimados ($1,12; 0,49; 0,81; 0,84$ e $0,70\ g\ plant^{-1}$) para os tratamentos: 1; 2; 3; 6 e 8, referiram-se aos 75,69; 83,46; 81,39; 102,06; 92,08 DAP (Tabela 28).

TABELA 28. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para acúmulo de Cl em hastes de batateira ($g\ plant^{-1}$), cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.

Tratamento	Equação	R² (%)
1	$-0,00029x^2 + 0,0439x - 0,6047$	58,78
2	$-0,00013x^2 + 0,0217x - 0,2097$	78,99
3	$-0,00018x^2 + 0,0293x - 0,2923$	57,00
4	$0,00373x + 0,34$	33,57
5	$0,00576x + 0,2491$	71,85
6	$-9,7e-05x^2 + 0,0198x - 0,0884$	69,11
7	$0,0066x + 0,2255$	59,17
8	$-0,00012x^2 + 0,0221x - 0,1747$	80,38
9	$5e-06x^3 - 0,0012x^2 + 0,093x - 1,458$	69,11

4.2.12. Acúmulo de Cl em tubérculos

A interação entre as proporções de fertilizantes potássicos e os períodos avaliados foi significativa para acúmulo de Cl em folhas. No início de desenvolvimento, não houve diferenças entre as fontes e suas combinações. Aos 86 e 101DAP, a aplicação de 100% do fertilizante via KCl apresentou maiores acúmulos de Cl, porém não se diferiu de algumas combinações com $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$. A última coleta, a qual foi fertilizada com proporções entre as fontes apresentou mais Cl do que a que foi aplicada só KCl, conforme demonstrado na tabela 29.

TABELA 29. Médias de acúmulo de Cl em tubérculos de batateira ($g\ planta^{-1}$), cv. Asterix, (transformado por raiz quadrada) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Tempo (DAP)¹					MÉDIAS
	56	71	86	101	116	
1	0,40a	0,08a	1,31a	1,53a	2,66b	1,19
2	0,19a	0,10a	0,43b	2,26a	2,69b	1,13
3	0,28a	0,05a	0,84b	1,35b	4,76a	1,46
4	0,05a	0,11a	0,74b	1,83a	3,83a	1,31
5	0,29a	0,11a	0,99b	1,48a	4,83a	1,45
6	0,17a	0,21a	1,95a	1,84a	3,95a	1,62
7	0,16a	0,37a	1,01b	1,06b	4,25a	1,37
8	0,37a	0,15a	0,80b	1,88a	2,60b	1,16
9	0,21a	0,13a	0,81b	0,84b	4,30a	1,26
MÉDIAS	0,23	0,14	0,99	1,56	3,71	
CV_{Trat} =23,43 ; CV_{Tempo} =27,74				F=0,28; W=0,99; $\chi^2=1,17$		

¹ Dias após o plantio, *Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 0,05; CV: coeficiente de variação; F, W e χ^2 : estatísticas dos testes de Tukey para aditividade, Shapiro-Wilk para normalidade e Bartlett para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo à 0,01 de significância.

Os tratamentos 2; 3; 5; 7 e 9, conforme demonstrado na tabela 30, indicaram acúmulos mínimos de Cl ($0,09; 0,13; 0,18; 0,19$ e $0,13\ g\ planta^{-1}$) aos 49,24; 66,97; 61,07; 55,83 e 66,05 DAP, respectivamente, aumentando posteriormente até o final do ciclo. Já nos tratamentos 1; 4; 6 e 8 o acúmulo foi linear e alcançou, na última coleta, os valores: 2,45; 3,38; 3,61; 2,38 $g\ planta^{-1}$, respectivamente.

TABELA 30. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para acúmulo de Cl em tubérculos de batateira (g planta⁻¹), cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.

Tratamento	Equação	R^2 (%)
1	0,0205x-0,8154	81,57
2	0,000329x ² -0,0324x+1,1096	89,15
3	0,000725x ² -0,0971x+3,6258	95,14
4	0,0304x-1,6867	96,64
5	0,000542x ² -0,0662x+2,4494	96,74
6	0,0268x-1,2074	90,45
7	0,00042x ² -0,0469x+1,7542	93,25
8	0,02x-0,775	85,31
9	0,00062x ² -0,0819x+3,075	91,70

4.2.13. Teor de S em folhas

Para o teor de enxofre em folhas, a análise estatística apontou que os dados não apresentaram normalidade e homogeneidade, várias transformações foram testadas, porém, nenhuma foi capaz de alterar a condição inicial obtida. Portanto, não foi possível comparar as médias do fator qualitativo, tampouco efetuar regressões para o fator quantitativo. As médias encontradas aos 26; 41; 56; 71; 86; 101 e 116 foram 1,20; 1,73; 1,54; 1,09; 1,80; 1,26 e 3,14 g planta⁻¹, respectivamente. Já as encontradas para os tratamentos 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8 e 9, conforme demonstrado na tabela 31, foram 1,51; 1,60; 1,57; 1,43; 1,50; 1,94; 1,84; 2,15 e 1,59 g planta⁻¹, respectivamente.

TABELA 31. Médias de teor de S em folhas de batateira (g kg⁻¹), cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Tempo (DAP) ¹							MÉDIAS
	26	41	56	71	86	101	116	
1	1,25	1,20	1,42	1,05	0,92	1,58	3,15	1,51
2	1,20	1,27	1,50	1,10	1,15	1,32	3,67	1,60
3	1,15	1,12	1,57	1,07	0,80	1,20	4,07	1,57
4	1,20	1,17	1,52	1,07	0,87	0,85	3,30	1,43
5	1,20	1,15	1,57	1,00	1,75	1,87	1,95	1,50
6	1,20	1,17	1,52	1,05	3,92	1,30	3,37	1,94
7	1,20	1,15	1,57	1,15	3,00	1,52	3,25	1,84
8	1,20	6,12	1,60	1,07	1,12	0,87	3,02	2,15
9	1,20	1,17	1,55	1,22	2,65	0,82	2,47	1,59
MÉDIAS	1,20	1,73	1,54	1,09	1,80	1,26	3,14	
CV_{Trat}=16,50; CV_{Tempo}=23,61				F=3,91; D=0,14; $\chi^2=1,85$; L=2,78				

¹ Dias após o plantio, * CV: coeficiente de variação; F, D, χ^2 e L: estatísticas dos testes de Tukey para aditividade Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors para normalidade, Bartlett e Levene para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo a 0,01 de significância.

Reis Junior e Monnerat (2000) comentaram que informações sobre teores obtidos em experimentos devem ser utilizadas na construção de banco de dados de teores adequados de nutrientes em diferentes partes da batateira, a fim de auxiliar a diagnose nutricional da cultura da batata. Os autores encontraram teor de S de $4,0 \text{ g kg}^{-1}$ na máxima produtividade de tubérculos da cultivar Baraka ($30,5 \text{ t ha}^{-1}$, com aplicação de $353,4 \text{ kg ha}^{-1}$ de K_2O via K_2SO_4). Valor este, superior aos encontrados entre os tratamentos testados nesta pesquisa, com aplicação de quase o dobro da quantidade de fertilizante aplicada.

4.2.14. Teor de S em hastes

Para o teor de enxofre em hastes, a análise estatística também demonstrou que os dados não apresentaram normalidade e homogeneidade, várias transformações foram testadas, porém, nenhuma foi capaz de alterar a condição inicial obtida. Portanto, não foi possível comparar as médias do fator qualitativo, tampouco efetuar regressões para o fator quantitativo. As médias encontradas aos 26; 41; 56; 71; 86; 101 e 116 foram 1,09; 1,37; 1,47; 0,91; 1,41; 0,94 e $2,54 \text{ g planta}^{-1}$, respectivamente. Já as encontradas para os tratamentos 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8 e 9, conforme demonstrado na tabela 32, foram 1,38; 1,43; 1,34; 1,22; 1,43; 1,67; 1,33; 1,52 e $1,28 \text{ g planta}^{-1}$, respectivamente.

TABELA 32. Médias de teor de S em hastes de batateira (g kg^{-1}), cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Tempo (DAP)¹							MÉDIAS
	26	41	56	71	86	101	116	
1	1,05	1,05	1,40	0,82	0,65	1,25	2,75	1,28
2	1,10	1,20	1,55	1,00	0,87	1,20	3,07	1,43
3	0,95	1,17	1,42	1,02	0,77	0,77	3,27	1,34
4	1,00	1,15	1,47	0,87	0,72	0,67	2,62	1,22
5	1,10	1,05	1,40	0,72	2,12	1,50	2,12	1,43
6	1,10	1,05	1,55	0,97	3,05	0,97	3,00	1,67
7	1,05	1,07	1,42	0,90	1,52	0,97	2,37	1,33
8	1,20	3,47	1,47	0,97	0,72	0,57	2,20	1,52
9	1,25	1,07	1,52	0,85	2,25	0,55	1,47	1,28
MÉDIAS	1,09	1,37	1,47	0,91	1,41	0,94	2,54	
	$\text{CV}_{\text{Trat}}=26,21$; $\text{CV}_{\text{Tempo}}=27,80$				$F=8,14$; $D=0,13$; $\chi^2=1,61$; $L=3,40$			

¹ Dias após o plantio, *Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 0,05; CV: coeficiente de variação; F, D, χ^2 e L: estatísticas dos testes de Tukey para aditividade Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors para normalidade, Bartlett e Levene para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo a 0,01 de significância.

4.2.15. Teor de S em tubérculos

A interação entre as proporções de fertilizantes potássicos e os períodos avaliados, foi significativa para acúmulo de S em tubérculos. Aos 56 e 71 DAP não houve diferença entre os tratamentos. Aos 101 e 116 DAP a aplicação de fontes isoladas (100% KCl e 100% $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$) destacaram-se entre os tratamentos com maiores teores de S em tubérculos. Isso indica pouca conotação favorável para a inserção da fonte sulfato no manejo nutricional de batateira, cultivar Asterix, uma vez que o nutriente não se distingue do local em que foi aplicado apenas cloreto (Tabela 33).

TABELA 33. Médias de teor de S em tubérculos de batateira ($g kg^{-1}$), cv. Asterix, (transformação raiz quadrada) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Tempo (DAP)¹					MÉDIAS
	56	71	86	101	116	
1	0,70a	0,35a	0,45b	0,75a	1,77a	0,80
2	0,75a	0,62a	0,50b	1,07a	1,82a	0,95
3	0,70a	0,52a	0,42b	0,37b	1,92a	0,79
4	0,82a	0,52a	0,62b	0,45b	1,45b	0,77
5	0,72a	0,55a	1,57a	1,10a	1,45b	1,08
6	0,72a	0,52a	1,40a	0,57b	1,45b	0,93
7	0,72a	0,50a	1,42a	0,52b	1,30b	0,89
8	0,62a	0,62a	0,50b	0,45b	1,42b	0,72
9	0,65a	0,55a	1,10a	0,42b	1,12b	0,77
MÉDIAS	0,71	0,53	0,88	0,63	1,52	
CV_{Trat} =13,18 ; CV_{Tempo} =13,20				F=0,02; W=0,96; $\chi^2=0,26$		

¹ Dias após o plantio, *Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 0,05; CV: coeficiente de variação; F, W e χ^2 : estatísticas dos testes de Tukey para aditividade, Shapiro-Wilk para normalidade e Bartlett para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo a 0,01 de significância.

A resposta quanto aos tratamentos durante o desenvolvimento foi similar em quase todos os tratamentos, adequando-se ao modelo polinomial quadrático com ponto de mínimo de 0,36; 0,53; 0,32; 0,44 e 0,43 $g kg^{-1}$ de S nos períodos de 77,31; 75,59; 80,23; 81,62; 78,11 DAP para os tratamentos 1; 2; 3; 4 e 8, respectivamente. A partir do ponto mínimo houve aumento no teor do nutriente até a última análise (116 DAP). Os demais tratamentos não se ajustaram adequadamente aos modelos polinomiais (Tabela 34).

Tabela 34. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para teor de S em tubérculos de batateira (g kg^{-1}), cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.

Tratamento	Equação	R^2 (%)
1	$0,000487x^2 - 0,0753x + 3,5153$	99,28
2	$0,000383x^2 - 0,0579x + 2,921$	96,56
3	$0,000572x^2 - 0,09178x + 4,2495$	82,51
4	$0,000395x^2 - 0,06448x + 3,3031$	77,80
8	$0,000322x^2 - 0,0503x + 2,6194$	73,31

Braun et al. (2011) ao estudar macro e micronutrientes nos tubérculos de cultivares de batata, verificou que apesar dos tratamentos refletirem em doses crescentes de S (via sulfato de amônio), não houve efeito sobre o teor de S nos tubérculos. Os valores médios encontrados pelo autor foi de 15,4; 12,6; 15,9 e 12,8 g kg^{-1} de S para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa respectivamente.

Segundo CFSEMG (1999), os intervalos de referência de enxofre em tecidos, na cultura da batata são de 4 a 5 g kg^{-1} , os valores encontrados neste trabalho, estão abaixo das referências citadas.

4.2.16. Acúmulo de S em folhas

O acúmulo de S nas folhas não apresentou normalidade. No entanto, constatou-se homogeneidade, fator este importante para as comparações múltiplas e regressão. O teste F, pouco afetado pelo pequeno desvio de normalidade, permitiu que fossem realizados o teste de Scott-Knott e a regressão. Contudo, a regressão foi mais influenciada e apresentou baixos coeficientes de regressão.

Na maioria das avaliações (26; 71; 101; 116 DAP), não houve diferenças entre os tratamentos avaliados. Aplicação de 100% da dose sob $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{MgSO}_4$ favoreceu o acúmulo de S em folhas apenas aos 56 DAP; porém, não diferiu da aplicação de 75% KCl/ 25% $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{MgSO}_4$. Nas demais avaliações, outras proporções favoreceram o acúmulo (41 e 86 DAP) (Tabela 35).

TABELA 35. Médias de acúmulo de S em folhas de batateira (g planta^{-1}), cv. Asterix, (transformado por raiz quadrada) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Tempo (DAP)¹							MÉDIAS
	26	41	56	71	86	101	116	
1	0,005a	0,01b	0,07b	0,03a	0,02b	0,06a	0,08a	0,04
2	0,005a	0,02b	0,10a	0,02a	0,02b	0,04a	0,06a	0,04
3	0,002a	0,02b	0,06b	0,03a	0,03b	0,04a	0,07a	0,03
4	0,010a	0,02b	0,03b	0,03a	0,02b	0,03a	0,08a	0,03
5	0,010a	0,01b	0,07b	0,02a	0,03b	0,04a	0,06a	0,03
6	0,010a	0,04b	0,17a	0,04a	0,15a	0,04a	0,12a	0,08
7	0,002a	0,02b	0,06b	0,03a	0,11a	0,05a	0,11a	0,05
8	0,007a	0,14a	0,05b	0,04a	0,04b	0,03a	0,08a	0,06
9	0,010a	0,01b	0,05b	0,04a	0,13a	0,03a	0,09a	0,05
MÉDIAS	0,007	0,03	0,07	0,03	0,06	0,04	0,086	
CV_{Trat}=23,94; CV_{Tempo}=25,81				F=0,70; D=0,09; $\chi^2=2,59$; L=1,33				

¹ Dias após o plantio, *Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 0,05; CV: coeficiente de variação; F, D, χ^2 e L: estatísticas dos testes de Tukey para aditividade Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors para normalidade, Bartlett e Levene para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo a 0,01 de significância.

O acúmulo de S em folhas ajustaram-se ao modelo linear de regressão para os tratamentos 1; 2; 3; 4; 5; 6 e 7, conforme demonstrado na Tabela 36. Assim, observou-se que o acúmulo de S em folhas foi crescente com o decorrer dos dias. Na última avaliação (116 DAP), os referidos tratamentos acumularam 0,07; 0,06; 0,06; 0,06; 0,05; 0,10 e 0,10 g planta^{-1} , respectivamente. O tratamento 8 não apresentou significância à regressão polinomial e o tratamento 9 ajustou-se ao modelo quadrático, e o máximo acúmulo foi estimado em uma referência de 0,07 g planta^{-1} aos 96 DAP.

Tabela 36. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para acúmulo de S em folhas de batateira (g planta^{-1}), cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.

Tratamento	Equação	R^2 (%)
1	0,0018x+0,0637	54,04
2	0,0013x+0,0942	31,17
3	0,0016x+0,0711	57,67
4	0,0016x+0,0644	64,41
5	0,0013x+0,0915	39,69
6	-4,2e-05x ² +0,008x-0,051	43,45
7	0,0025x+0,0414	72,04
9	-4e-05x ² +0,0076x-0,096	61,44

Fernandes (2010) encontrou ajuste para os modelos cúbicos de regressão para o acúmulo de S em folhas. O acúmulo máximo de S verificado pelo autor nas folhas de Asterix foi de 48,44 mg planta^{-1} aos 77 DAP, valor este, entre o intervalo de acúmulos dos tratamentos desta pesquisa.

4.2.17. Acúmulo de S em hastes

Para o acúmulo de enxofre em hastes, a análise estatística apontou que os dados não apresentaram normalidade e homogeneidade, várias transformações foram testadas, porém, nenhuma foi capaz de alterar a condição inicial obtida. Portanto, não foi possível comparar as médias do fator qualitativo, tampouco efetuar regressões para o fator quantitativo. As médias encontradas aos 26; 41; 56; 71; 86; 101 e 116 DAP foram 0,00; 0,013; 0,023; 0,011; 0,018; 0,015 e 0,030 g planta⁻¹, respectivamente. Já as encontradas para os tratamentos 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8 e 9 foram 0,015; 0,014; 0,012; 0,011; 0,015; 0,022; 0,016; 0,016 e 0,019 g planta⁻¹, respectivamente (Tabela 37).

TABELA 37. Médias de acúmulo de S em hastes de batateira (g planta⁻¹), cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Tempo (DAP)¹							MÉDIAS
	26	41	56	71	86	101	116	
1	0,0	0,012	0,025	0,010	0,007	0,022	0,027	0,015
2	0,0	0,012	0,022	0,010	0,010	0,012	0,030	0,014
3	0,0	0,012	0,017	0,012	0,010	0,010	0,022	0,012
4	0,0	0,010	0,015	0,012	0,005	0,010	0,027	0,011
5	0,0	0,007	0,022	0,007	0,020	0,017	0,030	0,015
6	0,0	0,010	0,022	0,010	0,042	0,017	0,052	0,022
7	0,0	0,010	0,025	0,010	0,017	0,015	0,037	0,016
8	0,0	0,027	0,020	0,015	0,010	0,015	0,025	0,016
9	0,0	0,012	0,035	0,012	0,037	0,012	0,020	0,019
MÉDIAS	0,0	0,013	0,023	0,011	0,018	0,015	0,030	
CV_{Trat}=40,21; CV_{Tempo}=47,35				F=5,21; D=0,10; χ²=4,21; L=2,58				

¹ Dias após o plantio, * CV: coeficiente de variação; F, D, χ^2 e L: estatísticas dos testes de Tukey para aditividade Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors para normalidade, Bartlett e Levene para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo a 0,01 de significância.

Yorinori (2003) verificou que o acúmulo de S em hastes, na cultivar Atlantic, ajustou-se ao modelo quadrático de regressão, nas safras das águas e seca. O acúmulo máximo de K ocorreu aos 53 DAP (28,06 mg planta⁻¹) na safra da seca e 74 DAP (26,07 mg planta⁻¹) na safra das águas. Fernandes (2010) encontrou ajuste nos modelos cúbicos de regressão para o acúmulo de S em hastes. O acúmulo máximo de S, verificado pelo autor nas hastes foi de 23,80 mg planta⁻¹ aos 69 DAP. Os valores encontrados por Fernandes e Yorinori encontram-se no intervalo de acúmulos dos tratamentos desta pesquisa.

4.2.18. Acúmulo de S em tubérculos

A interação entre as proporções de fertilizantes potássicos e os períodos avaliados foi significativa para acúmulo de S em tubérculos. Aos 56 e 71 DAP não houve diferença entre os tratamentos. Nas demais avaliações maiores acúmulos de S em tubérculos foram observados, onde foram aplicados fertilizante K em proporções. Aos 101 DAP aplicação em formas isoladas e 87,5%KCl/12,5%K₂SO₄.2MgSO₄ destacaram-se. Aos 116 DAP: 100%KCl plantio e cobertura; 100% KCl plantio e 100%K₂SO₄.2MgSO₄ em cobertura e 75% KCl/25% K₂SO₄.2MgSO₄ acumularam maiores quantidades de S nos tubérculos. A aplicação de maiores proporções de K na forma de sulfato não demonstraram superioridade na maioria das avaliações. Na dose utilizada no experimento, pouco efeito foi observado na dinâmica dos nutrientes na solução do solo e subsequente nas plantas amostradas (Tabela 38).

TABELA 38. Médias de acúmulo de S em tubérculos de batateira (g planta⁻¹), cv. Asterix, (transformada por raiz quadrada) em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Tempo (DAP) ¹					MÉDIAS
	56	71	86	101	116	
1	0,05a	0,03a	0,08b	0,23a	0,53a	0,18
2	0,04a	0,06a	0,08b	0,25a	0,44b	0,17
3	0,03a	0,04a	0,10b	0,08b	0,71a	0,19
4	0,01a	0,08a	0,13b	0,15b	0,47b	0,17
5	0,05a	0,04a	0,27a	0,27a	0,45b	0,22
6	0,04a	0,06a	0,32a	0,16b	0,59a	0,23
7	0,04a	0,05a	0,29a	0,13b	0,49b	0,20
8	0,03a	0,09a	0,10b	0,15b	0,35b	0,14
9	0,03a	0,07a	0,26a	0,09b	0,47b	0,18
MÉDIAS	0,04	0,06	0,18	0,17	0,50	
CV_{Trat}=16,08 ; CV_{Tempo}=20,88				F=1,21; W=0,99; χ²=0,96		

¹ Dias após o plantio, *Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 0,05; CV: coeficiente de variação; F, W e χ²: estatísticas dos testes de Tukey para aditividade, Shapiro-Wilk para normalidade e Bartlett para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo a 0,01 de significância.

Aplicação de 100% de KCl no plantio e em cobertura (1), 100% de K₂SO₄.2MgSO₄ no plantio e em cobertura (2) e 100% KCl no plantio e K₂SO₄.2MgSO₄ em cobertura (3) refletiram acúmulo mínimo de 0,036; 0,044 e 0,028 g planta⁻¹ de S aos 65,67; 58,16 e 70,14 DAP, respectivamente. Após estas datas, houve aumento do teor acumulado em função do tempo. Os tratamentos com outras combinações, aumentaram gradativamente o acúmulo de S (resposta ao modelo linear), os quais obtiveram

acúmulo na última coleta (116 DAP) de 0,38; 0,43; 0,47; 0,39 e 0,28, para os tratamentos 4; 5; 6; 7 e 8, respectivamente (Tabela 39).

Tabela 39. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), para acúmulo de S em tubérculos de batateira (g planta $^{-1}$), cv. Asterix, ao longo do ciclo. Uberlândia, 2013.

Tratamento	Equação	R^2 (%)
1	$0,000217x^2 - 0,0285x + 1,1246$	99,45
2	$0,00014x^2 - 0,0164x + 0,6882$	98,73
3	$0,000288x^2 - 0,0404x + 1,587$	86,17
4	$0,0084x - 0,355$	91,60
5	$,0078x - 0,2422$	87,54
6	$0,00834x - 0,2805$	75,93
7	$0,0075x - 0,2407$	71,54
8	$0,00588x - 0,1514$	89,39
9	$1e-05x^3 - 0,0026x^2 + 0,22x - 5,753$	77,71

Yorinori (2003) verificou que o acúmulo de S em tubérculos, na cultivar Atlantic, ajustou-se ao modelo linear de regressão, nas safras das águas e seca. Se por um lado o acúmulo máximo de K ocorreu aos 90 DAP (163,85 mg planta $^{-1}$) na safra da seca e 111 DAP (211,97 mg planta $^{-1}$) na safra das águas. Por outro, Fernandes (2010) obteve acúmulo de S nos tubérculos ajustados a modelos sigmoides de regressão. O acúmulo do nutriente, segundo o autor, foi contínuo do início da tuberização até o final do ciclo, com máximo de 168 mg planta $^{-1}$ para a cultivar Asterix, este valor foi inferior aos encontrados entre os tratamentos testados neste trabalho.

4.3. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação – Dris

Na tabela 40 estão apresentados os teores foliares médios dos grupos de alta e de baixa produtividade. De acordo com Baldock e Schulte (1996), o índice DRIS, quando negativo, indica que o nutriente está abaixo do nível ótimo; e quando positivo, indica que o nutriente está acima do nível ótimo. Logo, valores negativos (-) indicam deficiências, ao passo que valores positivos (+) indicam excesso de nutrientes em relação aos demais.

TABELA 40. Teores médios de macro e micronutrientes foliares em relação a população de alta e baixa produtividade de tubérculos de batata, cultivar Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Produtividade kg ha ⁻¹	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Alta (>40)				dag kg ⁻¹					mg kg ⁻¹		
51098	33,6	3,2	55,5	21,0	2,5	1,1	12,0	6,7	1383,7	527,7	63,0
Baixa (<40)				dag kg ⁻¹					mg kg ⁻¹		
36666	36,5	3,8	51,0	20,4	2,4	1,0	12,3	11,7	2193,3	437,2	100,8

Ao se considerar o padrão de referência como 40 t ha⁻¹, aproximadamente metade das parcelas obteve produtividades superiores à referência (população de alta produtividade). Neste grupo, encontram-se todas as parcelas do tratamento cinco (12,5% da dose recomendada de K, fornecida pelo K₂SO₄.2MgSO₄ no plantio e em cobertura) (Tabela 41). Entretanto, a maioria das parcelas dos tratamentos sete e oito (50 e 75% da dose recomendada de potássio, fornecida pelo K₂SO₄.2MgSO₄) também estão incluídas no grupo de alta produtividade. Dessa forma, observa-se que as proporções citadas estão ligadas a altas produtividades.

TABELA 41. Índice de deficiência e excesso de macro e micronutrientes em lavouras de alta e baixa produtividade de tubérculos de batata, cultivar Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Ordem	Índices de deficiência				Índices de excesso			
	>40 t/ha		<40 t/ha		>40 t/ha		<40 t/ha	
1º	Mn	-17,12	Mg	-43,07	P	16,26	Cu	29,59
2º	Zn	-12,20	Zn	-28,94	Fe	13,27	Zn	19,12
3º	P	-9,95	K	-13,18	Mg	10,09	Fe	12,82
4º	Cu	-9,75	Mn	-12,91	Zn	9,94	B	10,67
5º	K	-8,83	Ca	-9,57	Mn	9,39	N	8,92
6º	Mg	-8,53	P	-8,29	B	7,40	S	8,02
7º	Fe	-7,61	B	-8,13	Ca	6,74	Mg	6,79
8º	B	-5,58	S	-6,80	S	6,38	P	6,20
9º	N	-5,49	Cu	-6,56	N	6,00	Mn	6,60
10º	S	-4,66	N	-5,97	Cu	5,06	K	5,80
11º	Ca	-4,14	Fe	-5,68	K	4,09	Ca	5,36

Os valores de IBN (índice de balanço nutricional) encontrados para os dois grupos de produtividade, foram elevados (Tabela 42 e 43), além de indicar que os

nutrientes estão em desequilíbrio. De acordo com Snoeck (1984), isso significa que o fator limitante à alta produtividade não é de ordem nutricional, embora altas produtividades só sejam possíveis em plantas nutricionalmente equilibradas.

As ordens de deficiência encontrada nas áreas de alta e baixa produtividade foram, respectivamente: Mn>Zn>P>Cu>K>Mg>Fe>B>N>S>Ca e Mg>Zn>K>Mn>Ca>P>B>S>Cu>N>Fe, ao passo que a ordem de excesso foi: P>Fe>Mg>Zn>Mn>B>Ca>S>N>Cu>K e Cu>Zn>Fe>B>N>S>Mg>P>Mn>K>Ca (Tabela 31).

Para análise do DRIS, para a cultivar Asterix, na mesma localidade em que foi desenvolvido o presente trabalho, Queiroz (2011) considerou variações na adubação com N, P e K como resultantes em diferentes produtividades. A autora indicou que, as maiores produtividades encontradas, relacionaram-se às populações que receberam 0; 150; 300 e 600 kg ha⁻¹ de K₂O. Dentre as doses avaliadas a de 600 kg ha⁻¹ de K₂O foi a que refletiu em maior equilíbrio nutricional (IBN menor).

Queiroz (2011) observou, em seus trabalhos, que lavouras mais equilibradas nutricionalmente (menor IBN) referiam-se às populações consideradas no grupo de alta produtividade. O menor IBN encontrado por Queiroz (2011), em experimento com Ágata em São Gotardo, relacionava-se à dose de 150 kg ha⁻¹ de K₂O, dose esta próxima a que foi utilizada neste trabalho. Queiroz (2011) relata também que o K parece ser o elemento que torna o balanço nutricional da batateira melhor.

É importante ressaltar que o suprimento de um nutriente limitante não necessariamente melhorará substancialmente o IBN, pois, a partir de novas alterações na adubação, ocorre mudanças em todas as relações, de todos os nutrientes. Nesse sentido, apenas com um estudo ao longo dos anos de uma determinada área, será possível observar as relações minúsculas que ocorrem entre o que foi aplicado e o que o solo contém, lembrando que fatores climáticos e o metabolismo distinto entre cultivares também influenciam nos resultados obtidos. Além disso, segundo Martinez et al. (2000), outras limitações não relacionadas à adubação (incidência de agentes bióticos, por exemplo) podem alterar a produtividade da cultura, dificultando associar a alta produtividade com um determinado manejo nutricional.

As recomendações para as diversas culturas está apoiada em normas e padrões gerais de pesquisa para cada cultura, sem levar em consideração as peculiaridades do cultivo e cultivares. Neste sentido, o DRIS configura uma alternativa diferenciada de direcionamento nutricional, pode auxiliar na assistência técnica, se usar racionalmente

os recursos. A disponibilização das planilhas eletrônicas de cálculo, otimiza o manejo, assim, é possível introduzir os teores obtidos em uma amostra foliar e obter a geração automática dos índices de diagnose dos nutrientes e o gráfico comparativo dos índices obtidos com os valores ideais (SCUCUGLIA, 2012).

TABELA 42. Índices DRIS para macro (g kg^{-1}) e micronutrientes (mg kg^{-1}) em lavouras de alta produtividade ($> 40 \text{ t ha}^{-1}$) de tubérculos de batata, cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Índices DRIS para grupo de alta produtividade														
Trat.	Rep.	Prod. (t ha^{-1})	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	IBNm
7	1	40460,9	-7,5	-12,9	-1,2	-6,1	3,7	8,4	-10,5	5,9	1,1	12,1	7,0	76,42
9	2	40789,1	-7,3	-6,5	-3,5	2,7	17,5	-2,5	-4,7	-3,3	-4,1	-6,1	17,9	76,15
7	2	40992,2	-0,1	-11,6	-6,9	14,9	11,4	1,1	-3,8	0,9	-16,1	8,3	1,8	76,91
3	4	41312,5	2,4	31,1	0,6	-2,7	-19,1	-4,3	-11,8	-5,7	-1,6	2,3	8,8	90,47
5	4	41550,0	-15,2	4,8	5,8	-3,0	7,3	-12,6	-5,6	12,4	40,9	-10,0	-24,9	142,53
8	3	41796,9	-6,7	-11,5	4,4	3,3	-8,5	6,2	11,0	-13,1	-2,7	14,0	3,7	85,06
8	4	41859,4	-0,8	-5,9	13,0	20,8	25,2	18,7	8,5	-16,0	10,7	-103,7	29,6	252,81
1	4	42921,9	5,0	0,5	0,9	3,6	6,9	-1,2	3,1	-2,8	9,7	-4,7	-21,0	59,40
2	3	43179,7	3,3	36,6	4,5	-5,0	-7,7	-6,3	3,6	-7,8	-14,9	-0,6	-5,8	96,15
5	3	43312,5	3,0	19,1	1,9	-6,6	4,5	-5,2	-1,6	-9,5	-0,2	-5,4	0,0	57,12
5	1	43456,3	16,8	10,8	-40,5	-3,2	21,4	3,7	-4,3	1,5	-22,4	3,5	12,8	140,95
5	2	43789,1	-2,6	21,9	3,0	-2,2	-3,7	-1,3	-1,4	-11,6	-8,4	-1,2	7,6	64,97
7	3	44703,1	-3,0	-6,0	-0,5	3,5	9,9	-4,8	-3,4	1,4	-8,8	8,9	2,8	52,78
6	1	46945,3	-6,8	-12,8	1,5	-3,0	1,2	0,3	15,0	1,5	-1,6	7,8	-3,1	54,55
1	3	48335,9	9,5	5,2	7,2	-5,4	-2,7	-3,6	3,2	8,3	-3,0	-5,3	-13,4	66,88
6	3	50109,4	2,0	-9,3	-0,4	1,9	-9,4	6,8	-3,2	8,7	-7,6	15,7	-5,0	69,90
8	1	59000,0	-4,8	-13,0	2,0	3,3	2,1	6,0	-10,9	-18,0	4,0	12,0	17,3	93,44

TABELA 43. Índices DRIS para macro (g kg^{-1}) e micronutrientes (mg kg^{-1}) em lavouras de baixa produtividade ($> 40 \text{ t ha}^{-1}$) de tubérculos de batata, cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Índices DRIS para grupo de baixa produtividade														
Trat.	Rep.	Prod. (t ha^{-1})												
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	IBNm
7	4	23226,6	3,6	-12,0	-7,3	-4,1	1,3	4,1	-1,1	22,9	-5,9	5,0	-6,3	73,67
9	4	25000,0	5,8	4,4	10,2	4,0	19,1	15,7	0,6	12,3	1,9	-72,7	-1,1	147,70
1	1	25375,0	0,2	-4,4	3,7	-8,6	-30,2	0,1	19,0	-7,1	4,9	4,0	18,4	100,69
2	1	27440,6	-0,4	18,3	-0,1	-13,5	-44,2	2,4	7,7	-4,1	9,4	7,6	16,9	124,72
2	4	29781,3	30,7	7,2	28,4	7,2	0,8	23,4	21,1	13,3	2,4	6,1	-140,6	281,24
6	4	30898,4	-7,6	-16,3	0,2	3,4	5,6	-4,9	4,5	1,4	-0,8	8,6	5,8	58,98
9	3	31296,9	-1,7	-4,0	-4,0	-0,8	13,6	0,3	-4,4	5,8	-0,8	-6,7	2,7	44,71
4	4	31343,8	2,1	-0,8	2,3	-8,5	0,6	-4,4	0,6	-3,7	11,1	-3,2	4,1	41,53
2	2	31421,9	-0,6	-3,4	1,8	-10,5	-7,2	2,2	-4,3	20,1	8,7	-2,5	-4,4	65,78
3	3	34617,2	-23,1	-22,7	-30,0	-31,1	-60,4	-29,2	-35,5	200,3	62,6	-11,5	-19,4	525,89
6	2	34953,1	-5,2	-14,2	6,7	1,4	-2,1	-5,2	10,1	4,6	-3,9	7,2	0,8	61,32
4	1	35406,3	16,9	6,5	-38,0	-4,1	-130,4	18,4	26,7	6,6	12,4	13,7	71,4	344,93
1	2	35867,2	-6,0	-8,2	3,0	4,8	-3,0	0,9	4,6	-20,5	1,1	2,8	20,5	75,25
4	2	36250,0	10,7	5,7	-12,3	5,9	-108,6	17,3	17,5	8,8	13,8	7,3	34,1	241,96
3	1	37992,2	1,0	-1,2	0,3	-14,3	-1,6	-5,6	4,9	-2,9	-15,1	0,5	33,9	81,30
9	1	38984,4	-3,3	-4,7	-9,4	-11,4	9,5	-2,3	-4,4	-1,3	-4,5	-2,9	34,8	88,55
4	3	39070,3	13,1	0,5	-4,3	-5,0	4,3	3,6	-2,5	-2,7	-6,8	-2,2	1,9	46,83
3	2	39273,4	8,5	0,8	1,8	-2,7	8,0	-1,8	-3,1	-5,9	-7,5	-1,4	3,3	44,73
8	2	39492,2	5,4	-7,5	5,6	10,9	5,1	-1,1	-9,8	-10,9	-5,8	9,8	-1,7	73,47

4.4. Produtividade

Não houve diferença significativa entre as fontes de adubo potássico (KCl e $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$) e as combinações entre elas quanto à produtividade e ao teor de sólidos solúveis (Tabela 44).

TABELA 44. Médias de produtividade de tubérculos de batata ($t\ ha^{-1}$), cv. Asterix, por classificação quanto ao diâmetro, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	> 45 mm	>36 mm	<36 mm	Descarte	Total
1	29,70 a*	11,17 a	0,32 a	0,77 a	41,96 a
2	19,78 a	11,15 a	0,48 a	0,87 a	32,72 a
3	23,94 a	13,16 a	0,34 a	0,72 a	38,17 a
4	20,97 a	13,04 a	0,52 a	0,97 a	35,51 a
5	26,90 a	14,15 a	0,46 a	1,41 a	42,93 a
6	25,02 a	13,77 a	0,49 a	0,90 a	40,19 a
7	22,25 a	13,77 a	0,24 a	0,60 a	36,88 a
8	28,67 a	14,89 a	1,01 a	0,86 a	45,45 a
9	21,27 a	11,37 a	0,19 a	0,93 a	33,79 a
CV	23,53	16,88	46,92	57,22	15,99
<i>F</i>	3,96	19,18	1,57	019	0,18
<i>W</i>	0,98	0,95	0,97	0,95	0,98
χ^2	2,91	11,30	9,93	1,71	7,10

** Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 0,05; CV: coeficiente de variação; *F*, *W* e χ^2 : estatísticas dos testes de Tukey para aditividade, Shapiro-Wilk para normalidade e Bartlett para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo a 0,01 de significância

Os consumidores preferem tubérculos com aproximadamente 120 g (geralmente, classificados de acordo com o diâmetro de 45 mm), portanto, os de maior valor comercial e, por esta razão, a classe almejada na produção (FELTRAN, 2002). Dessa forma, tubérculos de diâmetros superiores a 45mm determinam a produtividade comercial em $t\ ha^{-1}$ (PEREIRA; CAMPOS, 1999). A produtividade média total encontrada no experimento variou entre 32 a 45 $t\ ha^{-1}$ e a produtividade de tubérculos com diâmetro superior a 45 mm foi de 19 a 29 $t\ ha^{-1}$ (Tabela 44). Fernandes (2010) obteve produtividade total de 40.002 $kg\ ha^{-1}$ para a cultivar Asterix, valor dentro do intervalo encontrado neste experimento.

Apesar do experimento apresentar alta variação nos valores produzidos entre os tratamentos, a ausência de diferença significativa quanto à produtividade era a esperada, visto que foi aplicado a mesma dose em todos os tratamentos e a influência dos fertilizantes potássicos (doses e/ou fontes) está mais relacionado à qualidade dos tubérculos (ARCE, 1996).

De acordo com a CFSEMG (1999), os teores de K entre 71 a 120 mg dm⁻³ e acima de 120 são considerados bom e muito bom, respectivamente. Neste sentido, o solo continha a quantia de K satisfatório, em torno de 71,8 mg dm⁻³ para o pleno desenvolvimento da cultura e, provavelmente, a discrepância entre os valores de produtividade estejam relacionados a outros fatores.

Cogo et al. (2006) relacionou a falta de resposta do K, frente às concentrações crescentes de K na produtividade, a níveis de disponibilidade acima das necessidades das plantas de batata. Em solos com nível bom de K, como o do presente estudo, a influência de fontes sobre a produtividade só seria possível mediante a um desbalanço entre os íons muito grande na solução do solo, favorecendo doses que permitissem amenizar tais circunstâncias, ou seja, com menores efeitos negativos na produtividade.

Segundo Queiroz (2011), quando o teor inicial de K trocável do solo é elevado, o suprimento com este nutriente, com doses acima da faixa recomendada, torna-se desnecessário. Isto porque, quantidades acima das exigidas pela cultura podem interferir no equilíbrio eletroquímico das células, afetar a absorção e a disponibilidade fisiológica de Ca²⁺ e Mg²⁺ (antagonismo entre cátions) (REIS JUNIOR et al., 1999), dependendo do nível de intensidade da interferência pode, inclusive, reduzir a produção de tubérculos.

O processo de absorção de cátions e ânions é dependente da dinâmica entre os íons presentes em solução, o que gera uma interação complexa que envolve balanceamento de carga. Assim, a presença de ânion cloreto e sulfato difere na competição entre os íons e, consequentemente, interfere na absorção de outros elementos. Em testes com fontes de potássio (cloreto e sulfato) que visa observar a interferência na quantidade de nitrato presente nos tecidos de batateira, James et al. (1994) afirmou que há um antagonismo entre o ânion cloreto e nitrato e que, embora não afete o rendimento de tubérculos, interfere na gravidade específica, açúcares, amido, sacarose e açúcares redutores.

A competição que ocorre entre o sulfato e o nitrato é menos pronunciada que a do cloreto. Entretanto, as fontes não interferiram na soma de cátions presente nos tecidos

(K^+ , Mg^{2+} e K^+). Neste trabalho, acredita-se que a quantidade de fertilizante aplicada não gerou uma dinâmica entre os nutrientes consistente o suficiente, para diferenciar os tratamentos, ainda que de modo apenas qualitativo.

Malmann et al. (2011) em análise da adubação de N, P e K na cultivar Monalisa observou, no caso de fertilizantes potássicos, que doses acima de 400 kg KCl ha^{-1} , resultou em redução da produtividade, o que pode estar ligado a uma quantidade excessiva de Cl, a qual prejudicou o desenvolvimento das plantas. Em tratamentos com aplicação de sulfato, o autor observou efeito positivo com doses crescentes até 500 kg ha^{-1} (resultando em produtividade de 29,2 e 38,8 Mg ha^{-1} de tubérculos comerciais e não comerciais, respectivamente). O autor atribuiu a resposta favorável à ausência de Cl e presença de S. Nesse sentido, doses na forma de sulfato, em algumas condições e cultivares, pode constituir alternativas potencializadoras do manejo nutricional.

Pauletti e Menarim (2004), pesquisando o efeito de fontes (KCl e K_2SO_4), épocas e doses de fertilizantes potássicos em batata da cultivar Binjte, também não observaram aumentos de produtividade total com a aplicação de K na forma de sulfato. Todavia, para os autores, diferente do presente trabalho, houve redução quando a fonte utilizada foi o cloreto. Os autores atribuíram estes efeitos negativos ao excesso de cloro.

Semelhante a este trabalho, Filgueira (1982) e Freire, Martins Filho e Monnerat, (1981) também relataram que não há diferenças significativas entre as duas fontes (KCl e K_2SO_4) quanto à produtividade. Quadros (2007), em seu estudo sobre a qualidade de batata cultivada sob diferentes doses e fontes de potássio, também não encontrou diferença entre fontes de fertilizantes potássicos e indicou que independente da fonte empregada no cultivo, os tubérculos de tamanho comercial apresentaram massas próximas.

Rowberry e Ketcheson (1978) afirmaram que o KCl tem efeito deletério, sendo preferível adotar o K_2SO_4 para alcançar alta produção e boa qualidade. Magalhães (1985), estudando vários ensaios de adubação com potássio, encontrou resultados superiores, quando o nutriente era fornecido na forma de K_2SO_4 . É bom lembrar, que tal efeito deletério ocorre quando a quantidade de cloro absorvido pelas plantas for acima da capacidade de tolerar, sem causar danos ao seu metabolismo. No presente trabalho, pela ausência de diferença entre as fontes, possivelmente a quantidade de cloro absorvido pelas plantas não prejudicou sua produtividade.

Iung (2006) também não observou influência das fontes de adubo potássico. As produtividades encontradas foram: 20,49; 9,93 e 3,01 Mg ha^{-1} de tubérculos com

diâmetro entre 85 e 45; 44 e 33 e menor que 33 mm, em cultivar Asterix, valores abaixo dos encontrados neste trabalho quanto aos tubérculos de maior valor (>45 mm).

Queiroz (2011) ao avaliar doses de K em três cultivares, não verificou resposta significativa para as cultivares Àgata, Atlantic e Asterix. Este resultado relaciona-se ao teor suficientemente alto nos solos dos locais, pois o excesso é potencialmente prejudicial ao meio ambiente e é um custo desnecessário ao produtor. Na ausência de resposta, em produtividade e qualidade, aplicação da maior parte do potássio sob fonte sulfato, também configura em custo desnecessário visto ser mais caro do que o cloreto.

Iung (2006) ao comparar os custos entre adubações (fontes e doses) e cultivares, relatou que a cultivar Asterix apresentou os maiores valores de receita líquida para cada fonte e condição econômica, devido ao fato de ser a cultivar mais produtiva entre as avaliadas (Atlantic, Innovator e Shepody). Dessa forma, se a fonte de sulfato trouxesse alguma melhoria em Asterix, possivelmente, a cultivar responderia e o retorno seria maior.

4.5. Qualidade dos tubérculos de batata

4.5.1. Sólidos Solúveis (SS)

Além do tamanho, o teor de matéria seca/ teor de sólidos ou peso específico determina a qualidade dos tubérculos destinados ao processamento (POPP, 2005). Chitarra e Chitarra (2005) relataram que o teor de sólidos solúveis totais pode variar de 2% a 25% dependendo da espécie, estádios de maturação e do clima.

Nesta pesquisa, o teor de sólidos solúveis variou de 18,8 a 19,45% entre as diferentes combinações de fertilizantes potássico (Tabela 45). Segundo Grizotto (2005), batatas destinadas ao processamento, como a cultivar Asterix, devem apresentar teor de sólidos acima de 18% e teor de açúcares redutores menores que 0,5%, para obtenção de fritas de boa qualidade. Assim, todas as combinações das fontes utilizadas produziram tubérculos com teor adequado de sólidos solúveis.

TABELA 45. Porcentagem (%) de sólidos solúveis em tubérculos de batata, cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Teor de sólidos solúveis (%)
1	19,45 a*
2	19,07 a
3	19,45 a
4	18,80 a
5	19,00 a
6	19,32 a
7	19,40 a
8	19,22 a
9	19,70 a
CV	2,31 W=0,97; $\chi^2=0,47$

* Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 0,05; CV: coeficiente de variação; F , W e χ^2 : estatísticas dos testes de Tukey para aditividade, Shapiro-Wilk para normalidade e Bartlett para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo a 0,01 de significância.

Os teores de sólidos solúveis estão, primeiramente, relacionados ao material genético (FELTRAN; LEMOS; VIEITES, 2004). Assim, cada cultivar possui um teor variável relacionado ao seu metabolismo, o qual oscila segundo o manejo adotado. Queiroz (2011) verificou redução nos sólidos solúveis com o aumento da dose de K₂O na cultivar Atlantic, já na cultivar Asterix, a média de SS foi de 17,51%, que demonstrou ser inferior a todos os valores obtidos nos tratamentos deste trabalho.

É fato que a resposta quanto à variação de fatores desejáveis é dependente da fertilidade do solo e dose aplicada, Chapman et al. (1992), por exemplo, observou aumento na gravidade específica com o aumento de K até 240-320 kg K ha⁻¹ em solos deficientes e redução em solos sem deficiência. Em relação às fontes de K, atribui-se uma redução mais significativa na gravidade específica com o uso de cloreto, comparado com o sulfato (PANIQUE; KELLING; SCHULTE, 1997). Neste experimento, não foi observado melhoria no teor de sólidos solúveis com aplicação de sulfato.

Mallmann (2001) afirmou que o sulfato de potássio melhora a qualidade dos tubérculos e deve ser utilizado por produtores que destinam sua colheita para a indústria de processamento. No entanto, deve-se averiguar a efetiva superioridade da fonte sulfato, uma vez que nem sempre acontece, pois interage com os demais fatores de cultivo e cultivar, o que favorece ou não o acúmulo de carboidratos e/ou sólidos. Neste experimento, por exemplo, não houve incremento significativo nos SS, o que não justificaria a substituição do cloreto pelo sulfato.

4.5.2. Açúcares

Muitos trabalhos relatam que fertilizantes potássicos tem forte influência no metabolismo das plantas e em especial processos bioquímicos relacionados à composição dos tubérculos. O elemento K afeta fatores tais como: cor, tamanho, acidez, resistência ao transporte, manuseio, armazenamento, valor nutritivo e qualidades industriais (VAN RAIJ, 1991). No entanto, neste trabalho, observou-se que as fontes utilizadas não interferiram significativamente na dinâmica em que o potássio estava envolvido.

A porcentagem de açúcares totais, açúcares redutores, amido, massa seca, umidade e cinzas não diferiram entre os tratamentos avaliados. Os valores dos fatores citados variaram entre 22,26 a 29,18; 0,049 a 0,094; 20,04 a 26,26; 16,9 a 20,7; 79,2 a 83; e 0,80 a 1,26%, respectivamente (Tabela 46).

TABELA 46. Porcentagem (%) de umidade, massa seca, cinzas, açúcares totais, amido e açúcares redutores contidos em tubérculos de batata, cv. Asterix, em função de tratamentos com fertilizantes potássicos. Uberlândia-MG, 2013.

Tratamento	Umidade (%)	Massa seca (%)	Cinzas (%)	Açúcares totais (%)	Amido (%)	Açúcares redutores (%)
1	83,09 a	16,91a	0,89 a	22,26 a	20,04 a	0,073 a
2	79,21 a	20,78a	1,00 a	26,52 a	23,86 a	0,094 a
3	81,14 a	18,85a	0,98 a	24,97 a	22,48 a	0,094 a
4	81,85 a	18,14a	0,98 a	27,18 a	24,46 a	0,053 a
5	81,74 a	18,25a	0,80 a	27,57 a	24,82 a	0,071 a
6	79,26 a	20,74a	1,26 a	28,80 a	25,92 a	0,088 a
7	79,97 a	20,02a	1,10 a	29,18 a	26,26 a	0,049 a
8	80,28 a	19,72a	0,93 a	27,58 a	24,82 a	0,049 a
9	80,72 a	19,28a	1,13 a	25,06 a	22,55 a	0,072 a
CV (%)	1,91	20,77	20,34	20,77	20,76	6,67
F	0,38	0,38	1,03	2,13	2,13	0,05
W	0,98	0,98	0,97	0,94	0,94	0,95
χ^2	0,97	0,97	1,23	0,61	0,61	0,91

* Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 0,05; CV: coeficiente de variação; F, W e χ^2 : estatísticas dos testes de Tukey para aditividade, Shapiro-Wilk para normalidade e Bartlett para homogeneidade das variâncias, respectivamente; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo a 0,01 de significância

A ausência de resposta significativa para os parâmetros de qualidade, certamente, devem estar relacionados a dinâmica dos nutrientes (absorção e translocação de cátions e ânions). O efeito deletério, esperado diante o cloro, não ocorreu pelo fato do nutriente, provavelmente, não estar em excesso no solo, o que, então, não gerou um desarranjo consistente capaz de refletir negativamente no metabolismo das plantas.

Bansal e Trehan (2011), apesar de observarem melhor qualidade em tubérculos adubados com sulfato de potássio (redução no teor de açúcares redutores nos tubérculos de 4 cultivares antes e após o armazenamento a 10 °C), afirmaram que os resultados disponíveis não permitem evidência efetiva de superioridade desta fonte, pois, a oferta de K do solo do local de cultivo, condições climáticas e cultivares influenciam a resposta quanto à dinâmica de absorção dos nutrientes.

Quadros et al. (2010) ao estudar diferentes cultivares sob doses e fontes de adubo potássico, observou que a dose de adubo potássico não influenciou o teor de açúcares redutores (AR). A fonte sulfato (K_2SO_4) produziu 10,1% mais AR que o cloreto (KCl), além disso a cultivar Asterix apresentou a maior quantidade de AR (48,84 mg 100 g⁻¹) dentre as cultivares analisadas. O valor encontrado pelo autor foi menor do que os observados neste trabalho.

Kumar et al. (2007) também não observou diferenciação na quantidade de açúcares redutores e coloração de tubérculos cultivados com várias fonte de K. Bansal e Trehan (2011) verificaram que as plantas que receberam K_2SO_4 translocaram mais fotossintatos da parte aérea para os tubérculos que plantas que receberam KCl.

Em uma outra assertiva, Quadros (2007) relatou que suplementar o potássio via sulfato é mais interessante, uma vez que, em seus estudos, os teores de vitamina C, cinzas, carboidratos, energia e amido foram superiores aos encontrados com o uso de cloreto. Públia et al. (2012) também constatou que o sulfato possibilita melhor resposta para matéria seca, açúcares redutores e amido.

Bregagnoli (2006) obteve, para a cultivar Asterix, umidade entre 80,5% e 77,1% para diferentes níveis de fertilizantes potássicos e Quadros (2007) observou em média 81,5%. Os valores encontrados pelos autores encaixam-se no intervalo observado nesta pesquisa. Vale ressaltar que altas umidades dos tubérculos não são desejáveis em batatas destinada à indústria de fritas.

Após a retirada de toda a água dos tubérculos, resta a matéria seca (MS) dos mesmos, a qual está relacionado com a quantidade de óleo absorvido durante a fritura, caracterizando a textura do produto final (ZORZELLA et al., 2003). A MS é influenciada por diversos fatores (intrínsecos da cultivar, do ambiente e do manejo-doses e fontes, por exemplo) (QUADROS, 2007).

Feltran (2002) encontrou 19,1% de MS para a cv. Asterix e Freitas et al. (2006) teores de 18,3% e 18,9%, em ambos, valores menores do que os observados neste

experimento. Essas diferenças nos teores de MS são comuns para tubérculos da mesma cultivar cultivadas em diferentes regiões (FELTRAN; LEMOS; VIEITES, 2004).

Segundo Cacace, Huarte e Monti (1994), os teores de MS podem ser classificados em: alto (teores >20,0%), teor intermediário (teores entre 18,0% a 19,9%) e baixo (teores < 17,9%). No presente trabalho, com exceção ao tratamento referente à aplicação de 100% KCl que apresentou teor baixo (16,9%), os demais tratamentos variaram entre intermediário e alto, sendo a maioria foi classificada como intermediário.

Iung (2006), comparando fontes de potássio em Asterix, observou média de MS de tubérculos de 20,30%, quando foi aplicado sulfato e 19,79 %, quando foi aplicado cloreto. Os valores encontrados pelo autor estão dentro da faixa observada neste trabalho.

Kumar et al. (2007) indicou que o sulfato é mais adequado para batatas destinadas ao processamento visto que aumentou a porcentagem de matéria seca do tubérculo, consequentemente diminuiu o teor de óleo, o que garantiu maior crocância. Vale ressaltar que qualquer alteração no manejo da lavoura, capaz de resultar em redução da porcentagem de óleo em batatas fritas, beneficiará tanto processadores, quanto consumidores.

O teor de açúcares redutores e não redutores são indicadores que definem se o material tem aptidão para o processamento de chips, palitos ou se são restritos ao consumo *in natura*. Ademais, comumente, o teor de açúcares redutores é considerado fator limitante na depreciação da cor (RODRIGUES, 1990).

A exigência das indústrias quanto ao teor de açúcares redutores é distinta conforme a modalidade. Tubérculos destinados ao processamento na forma de chips deve conter teor de AR menor que 0,035%, já na forma de palitos o teor deve ser inferior 0,12% (Stark et al., 2003). Portanto, os tratamentos produziram tubérculos com teor de açúcar compatível com a aceitabilidade das indústrias (0,049 a 0,094%), sendo os valores bem abaixos ao encontrado por Fernandes et al. (2010) (0,17%), porém, próximo ao encontrado por Quadros (2007) (0,048%).

Públito et al. (2013) encontrou teores de AR de 0,047 e 0,063%, com uso de sulfato e cloreto, respectivamente. Assim, pode-se notar que o cloreto também apresentou teor de AR superior ao cloreto em Agata, cultivar com aptidão para consumo *in natura*. Os valores encontrados foram menores do que os observados neste trabalho.

Ademais, a quantidade de minerais (cinzas) é influenciada pela cultivar, prática agronômica, clima, local de plantio e maturação dos tubérculos (QUADROS,

2007). Trindade, (1994) observou várias cultivares e encontrou valores entre 0,40% a 0,87%. Quadros (2007) da mesma forma encontrou valores entre 0,87 a 0,93%, e a cultivar Asterix apresentou 0,87%, valores próximos a este trabalho. Já Stertz, Rosa e Freitas (2005) e UNICAMP (2006) encontraram valores inferiores a este trabalho (média de 0,67% e 0,6%, respectivamente).

Segundo Westermann et. al. (1994), Bregagnoli (2006) e Quadros (2007) o teor de amido em tubérculos tende a reduzir com o aumento de doses de potássio. Este fato foi explicado por Imas e Bansal (1999), que atribuíram o aumento de umidade nos tubérculos como decorrência do aumento da absorção de K. No que se refere ao teor de amido encontrado nos tubérculos, Bregagnoli (2006) relatou um teor de 16,5% de amido na cultivar Asterix, enquanto Quadros (2007) encontrou 14,63%, sendo o acúmulo deste componente favorecido em fontes de sulfato (15,96%). Em todos os relatos o teor de amido foi inferior ao observado neste experimento.

Se o destino dos tubérculos for a indústria de fritas, o amido deve ser superior a 15% (KITA, 2002). Todos os tratamentos testados neste trabalho propiciaram a formação de teores superiores ao limite inferior requerido.

5. CONCLUSÕES

Com a realização do presente trabalho pode-se afirmar que, em geral, a combinação entre KCl e K₂SO₄.2MgSO₄, para a cultivar Asterix, favorece o acúmulo de MS de folhas, hastes e tubérculos, com resposta quadrática para folhas e hastes e linear para tubérculos.

Algumas proporções entre as fontes favorece o acúmulo de K em folhas e hastes, porém não difere da aplicação de forma isolada (100% KCl ou 100% K₂SO₄.2MgSO₄). Os tratamentos realizados respondem de forma quadrática para o acúmulo na parte aérea. Nos tubérculos há aumento gradativo do acúmulo de K com o decorrer do ciclo da cultura, sendo que os maiores acúmulos ocorrem nas proporções entre as duas fontes do fertilizante.

A aplicação de 100% do fertilizante via KCl apresentou maiores acúmulos de Cl em folhas, hastes e tubérculos, porém não se diferiu de algumas combinações com K₂SO₄.2MgSO₄.

As ordens de deficiência, obtidas a partir do DRIS, nas áreas de alta e baixa produtividade foram respectivamente: Mn > Zn > P > Cu > K > Mg > Fe > B > N > S > Ca e Mg > Zn > K > Mn > Ca > P > B > S > Cu > N > Fe, ao passo que a ordem de excesso observada foram P > Fe > Mg > Zn > Mn > B > Ca > S > N > Cu > K e Cu > Zn > Fe > B > N > S > Mg > P > Mn > K > Ca. Os desbalanços nutricionais obtidos pelo IBN evidenciam que os níveis de nutrientes no solo devem ser acompanhados, a fim de buscar melhoria na dinâmica dos nutrientes ao longo dos cultivos sucessivos.

A produtividade, porcentagem de sólidos solúveis, açúcares totais, açúcares redutores, amido, massa seca de tubérculo, umidade e cinzas não diferem entre as fontes de fertilizantes potássico: KCl e K₂SO₄.2MgSO₄ e combinações entre elas, na cv. Asterix, na dose de 180 kg ha⁻¹ de K₂O, possivelmente a quantidade aplicada não foi suficiente para refletir o potencial efeito deletério do cloro.

6. REFERÊNCIAS

- ABBA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA. **Variedades.** 2006. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/images/variedades/agata.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2012.
- ABBA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA. **Valor nutricional.** A batata como alimento. 2008. Disponível em: <http://abbabatatabrasileira.com.br/2008/abatata.asp?id_BAT=3> . Acesso em: 30 maio 2013.
- AGRIANUAL – ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. 2011. Batata. São Paulo: FNP. 482p.
- AGRIANUAL – ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. 2012. Batata. São Paulo: FNP. 482p.
- ANDRIOLI, J. L. Sistema hidropônico fechado com subirrigação para produção de minitubérculos de batata. In: SIMPÓSIO DE MELHORAMENTO GENÉTICO E PREVISÃO DE EPIFITIAS EM BATATA, 2006. **Anais...**Santa Maria: UFSM, CCR, Departamento de Fitotecnia, 2006. p.26-40.
- AYALEW, A.; BEYENE, S. The influence of Potassium Fertilizer on the Production of Potato (*Solanum tuberosu l.*) at Kembata in Southern Ethiopia. **Journal of Biology, Agriculture and Healthcare**, New York, v.1, n.1, p.1-13, 2011.
- ARCE, F.A. **El cultivo de la patata.** Madri: Ediciones Mundi-Prensa, 1996. 381 p.
- BALDOCK, J.O.; SCHULTE, E.E. Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.88, n.3, p.448-456, 1996.
- BANGROO, S. A.; et al. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) – A Review. **International Journal of Current Research**, Virudhunagar, v. 10, p.084-097, 2010.
- BANSAL, S. K.; TREHAN, S.P. Effect of potassium on yield and processing quality attributes of potato. **Journal of Agricultural Sciences**, Cambridge, v.24, n1, p.48-54, 2011.
- BASLAVSKAJA, S. S. Influence of the chloride ion on the content of carbohydrates in potato leaves. **Plant Physiology**, Waterbury, v.11, n.4, p.863–871, 1936.
- BEUKEMA, H. P.; ZAAG, D. E. van der. **Introduction to potato production.** Wageningen: PUDOC, 1990.
- BEAUFILS, E.R. Physiological diagnosis - a guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. **Fertilizer Society of South African Journal**, Lynnwoodrif, v.1, p.1-30, 1971.

- BEAUFILS, E.R. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS).**
Pietermaritzburg: University of Natal, 1973. 132p. (Soil Sci. Bull. Nº 1).
- BRAUN, H. Qualidade pós colheita de tubérculos de cultivares de batata influenciada por doses de Nitrogênio.** 2007. 98f. Tese (Mestrado em Fitotecnia)-Departamento de Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2007.
- BRAUN, H. et al. Teor e exportação de macro e micronutrientes nos tubérculos de cultivares de batata em função do nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.1, p.50-57, 2011.
- BREGAGNOLI, M. Qualidade e produtividade de cultivares de batata para indústria sob diferentes adubações.** 2006. 41p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiróz’ (Universidade de São Paulo), Piracicaba. 2006.
- CACACE, J.E.; HUARTE, M.A.; MONTI, M.C. Evaluation of potato cooking quality in Argentina. **American Potato Journal**, New Jersey, v.71, 1994. p.145-153.
- CAROLUS, R.L. Chemical estimations of the weekly nutrient level of a potato crop. **American Potato journal**, New Jersey, v.4, p.141-153, 1937.
- CHAVES, L. H. G.; PEREIRA, H. H. G. **Nutrição e adubação de tubérculos.** Campinas: Fundação Cargill, 1985. 448 p.
- CHAPMAN, K.S.R. et al. Potassium nutrition of Kennebec and Russet Burbank potatoes in Tasmania: Effect of soil and fertiliser potassium on yield, petiole and tuber potassium concentrations, and tuber quality. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v.32, p.521-527, 1992.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio.** Lavras: UFLA, 2005. 783 p.
- COELHO, A.H.R.; VILELA, E.R.; CHAGAS, S.J.R. Qualidade de batata (*Solanum tuberosum* L.) para fritura, em função dos níveis de açúcares redutores e amido, durante o armazenamento refrigerado e à temperatura ambiente com atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.4, p. 899-910, 1999.
- COGO, C. M. et al. Crescimento, produtividade e coloração dos chips de tubérculos de batata produzidos sob alta disponibilidade de potássio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.3, p. 985-988. 2006.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS (Viçosa, MG). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Viçosa, 1999. 176p.
- CORASPE-LEÓN, H. M. Aspectos nutricionais da batateira para produção de tubérculo-semente em ambiente protegido.** 2007. 112p. Tese (Doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiróz’ (Universidade de São Paulo), Piracicaba. 2007.

- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de análise química dos solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Solos, 1999. 370p.
- EVENHUIS, B.; WAARD, P.W.F. **Principles and practices in plant analysis**. In: FAO. Soils. Rome, 1980. p.152-163. (FAO Bulletin, 38/1).
- FELTRAN, J. C. **Determinação das Características agronômicas, dos distúrbios fisiológicos, do estado nutricional da planta e qualidade dos tubérculos em cultivares de batata (*Solanum tuberosum L.*)**. 2002. 106f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Botucatu.
- FELTRAN, J.C.; LEMOS, L.B.; VIEITES, R.L. Technological quality and utilization of potato tubers. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n.6. p.598-603, 2004.
- FERNANDES, A.M. **Crescimento, produtividade, acúmulo e exportação de nutrientes em cultivares de batata (*Solanum tuberosum L.*)**. 2010. 158 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas UNESP, Botucatu. 2010.
- FERNANDES, A.M. et al. Qualidade físico-química e de fritura de tubérculos de cultivares de batata na safra de inverno. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, 2010.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Campinas, v. 6, p. 36-41, 2008.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de Olericultura: Cultura e Comercialização de Hortaliças**. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982.
- FILGUEIRA, F. A.R. Nutrição mineral e adubação em bataticultura, no Centro Sul. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. Nutrição e Adubação de Hortaliças. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1993.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2008, 421 p.
- FONTES, P.C.R. Nutrição mineral e adubação. In: REIFSCHINEIDER, F.J.B. (Coord.). **Produção de batata**. Brasília: Linha Gráfica Editora, 1987, p. 40-56.
- FONTES, P. C. Cultura da Batata. In: FONTES, P.C.R. (Ed.). **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa-MG: UFV, 2005. p. 323-343.
- FORTES, G.R.L.; PEREIRA, J.E.S. Classificação e descrição botânica. In: PEREIRA, A.S.; DANIELS, J. (Ed.). **O cultivo da batata na Região Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 69-79.

FREIRE, F.M.; MARTINS FILHO, C.A.S.; MONNERAT, P.H. Nutrição mineral e adubação da batata. Informe Agropecuário, v.7, n.76, p.24-30, 1981.

FREITAS, S.T. et al. Qualidade para processamento de clones de batata cultivados durante a primavera e outono no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1, p. 80-85, 2006.

FURLANI, A.M.C.; HIROCE, R.; TEIXEIRA, J.P.F.; GALLO, J.R.; MIRANDA FILHO; H. S. Efeitos da aplicação de doses crescentes de cloreto e de sulfato de potássio na nutrição e produção da batatinha (*Solanum tuberosum* “Bintje”). **Ciência e Cultura**, Campinas, v.29, n.2, p 193-199, 1977.

FURLANI, P.R.; PURQUERIO, L.F.V. Avanços e desafios na nutrição de hortaliças. In: **Nutrição de plantas: diagnose foliar em hortaliças**. MELLO PRADO, R. et al. Jaboticabal: FCAV/CAPES/ FUNDUNESP, 2010. p. 45-62.

GONÇALVES, M.V. **Arquitetura de planta, teor de clorofila e produtividade de batata, cv. Atlantic, sob doses de silicato de potássio via foliar**. 2009.51p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Fitotecnia)-Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2009.

GRIZOTTO, R.K. **Processamento e rendimento industrial da batata chips e palha**. Seminário Brasileiro sobre Processamento de Batatas, Pouso Alegre. 2005. Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/brasil_eventos_minas2005.htm>. Acesso em: 10 de maio de 2012.

GUINDANI, R.H.P. et al. DRIS na avaliação do estado nutricional do arroz irrigado por inundação. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.33, p.109-118, 2009.

HALLMARK, W.B.; BEVERLY, R.B. Review – An update in the use of the diagnosis and recommendation integrated system. **Journal of Fertilizer Issues**, Peoria, v.8, p.74-88, 1991.

HANSON, R.G. DRIS evaluation on N, P, K status of determinants soybeans in Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.12, p.933-948, 1981.

IMAS, P.; BANSAL, S. K. Potassium and integrated nutrient management in potato. In: **Global Conference on Potato**, p. 6-11, 1999, New Delhi, Índia. Disponível em: <<http://www.ipipotash.org/presentn/kinmp.html>>. Acesso em: 31 jul. 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas:** métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. v. 1, 533 p.

IUNG, M.C. **Fontes e doses de potássio na produtividade e qualidade de quatro cultivares de batata e em teores extraíveis em Cambissolo da região de Curitiba, Paraná**. 2006. 103f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo)- Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2006.

- JAMES, D.W. et al. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: Evaluating nutrient element interaction in petioles with response surfaces. **American Potato Journal**, New Jersey, v. 71, p.249-265, 1994.
- JONES JUNIOR, J.B.; WOLF, B.; MILL, H.A. **Plant analysis handbook**. Georgia: Micro- Macro Publishing, 1991. 213p.
- KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 2004.
- KITA, A. The influence of potato chemical composition on crisp texture. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 76, p. 173-179, 2002.
- KUMAR, P. et al. Influence of Source and Time of Potassium Application on Potato Growth, Yield, Economics and Crisp Quality. **Potato Research**, Wageningen, v.50, p.1-13, 2007.
- LOPES, C.A. In: LOPES, C.A.; BUSO, J.A. **Cultivo da batata** (*Solanum tuberosum* L.). Brasília: EMBRAPA/CNPH, 1997. 35p. (Instruções técnicas, 8).
- LOPES, C.A. **Batata - cultivo, botânica, pragas e doenças**. 2007. Disponível em: <<http://www.batatas.com.br/cultivo/botanica.asp>>. Acesso em: 31 jul. 2013.
- LORENZI, J.O. et al. Raízes e tubérculos. In: VAN RAIJ, B. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. P.221-23, 1996. (Boletim Técnico, 100).
- MAGALHÃES, J.R. **Nutrição e adubação da batata**. São Paulo: Nobel, 1985, 51p.
- MALAVOLTA, E.; CROCOMO, O.J.O Potássio e a planta. In: **Simpósio sobre Potássio na Agricultura Brasileira em Londrina na Fundação IAPAR**. 1.ed. Piracicaba: Instituto Potafos, p.95-162, 1982.
- MALAVOLTA, E.; DANTAS, J.P. **Nutrição e adubação do milho**. In: PATERNIANI, E. Melhoramento e produção do milho no Brasil. 2. ed. São Paulo: Fundação Cargill, 1980. pp.429-479.
- MALAVOLTA, E.; MALAVOLTA, M. L. Diagnose foliar - Princípios e aplicações. In: BULL, L. T.; ROSOLEM, C. A. **Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 1989. p. 227-308.
- MALLMANN, N. **Efeito da adubação na produtividade, qualidade e sanidade de batata cultivada no Centro-Oeste paranaense**. 2001. 151f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Setor de Ciências Agrárias.Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2001.
- MARTINEZ, H. E. P.; et al. Avaliação da fertilidade do solo padrões para diagnose foliar e potencial de resposta à adubação de lavouras cafeeiras de Minas Gerais. In:

ZAMBOLIM, L. **Café**: produtividade, qualidade e sustentabilidade. Viçosa, MG: Laércio Zambolim, 2000, p. 209-238.

MIRANDA FILHO, H. S. Cultura da batata In: MIRANDA FILHO, H. S. da; GRANJA, N. P. do; MELO, P.C.T.de. **Vargem Grande do Sul - SP**, 2003. 68p. PEREIRA, E. M. S.; LUZ, J. M. Q.; MOURA, C. C. A batata e seus benefícios nutricionais. Uberlândia – MG: EDUFU, 2005. 60 p.

MOHR, R.M.; TOMASIEWICZ, D.J. Effect of rate and timing of potassium chloride application on the yield and quality of potato (*Solanum tuberosum* L. ‘Russet Burbank’). **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.92, p.783-794, 2012.

NEVES, E.M. et al. Aplicação de fertilizantes na bataticultura. Comportamento de preços no Plano Real. **Batata Show**, Itapetiniga, v. 3, n.6, p.20-21, 2003.

NIVAA. Catálogo Holandês de variedades de batata. Den Haag, 1997. 270 p.

OLIVEIRA, A.R. et al. Absorção de nutrientes e resposta à adubação em linhagens de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.27, p.498-504, 2009.

PASCHOALINO, J.E. **Prevenção do escurecimento em batatas frescas descascadas e fatiadas**. Coletanea do Instituto de Tecnologia de Alimentos: ITAL, v.23, n.2, p.189-197, 1993.

PANIQUE, E.; KELLING, K.A.; SCHULTE, E.E. Potassium rate and source effects on potato yield, quality, and disease interaction, **American Potato Journal**, New Jersey, v.74, p.379-398, 1997.

PAULA, M.B.; FONTES, P.C.R.; NOGUEIRA, F.D. Absorção de micronutrientes por cultivares de batata em presença ou ausência de adubação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.4, p.3-8, 1986.

PAULETTI, V.; MENARIN, E. Epóca de aplicação, fontes e doses de potássio na cultura da batata. **Scientia Agrária**, Curitiba, v.5, n.12, p.15-20, 2004.

PEREIRA, A. S.; CAMPOS, A. Teor de açúcares em genótipo de batata (*Solanum tuberosum* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.1, p.13-16, 1999.

POPP, P. Industrialização da batata no Brasil. In: workshop brasileiro de pesquisa em melhoramento de batata, 1996, In Congresso. Londrina, PR. **Anais...** Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 2000. p.35.

POPP, P. Batata para processamento - Aptidão da matéria-prima para processamento 01. In: Seminário Brasileiro sobre Processamento de Batatas - Pouso Alegre. **Palestras...** Pouso Alegre: Associação Brasileira da Batata. 2005.

PÚBLIO, A. P. P. B. et al. Características físico-químicas de tubérculos de batata submetidos a fontes e concentrações de potássio. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 24, n. 2, p. 89-88, 2012.

QUADROS, D.A. Qualidade da batata (*Solanum tuberosum*) cultivada sob diferentes doses e fontes de potássio e armazenada em temperatura ambiente. 2007. 130f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)- Setor de Tecnologia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2007.

QUADROS, D.A. et al. Qualidade de batata para fritura, em função dos níveis de açúcares redutores e não-redutores, durante o armazenamento à temperatura ambiente. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.32, n.4, p.439-443, 2010.

QUEIROZ, A. A. Produtividade e qualidade de cultivares de batata em função de doses de NPK. 2011. 134f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Instituto de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2011.

REEVES, J. One potato, two potato. Charlottetown - Prince Edward Island - Canada: Ragweed Press, 1997. 244 p.

REIS JUNIOR, R. A. Produção, qualidade de tubérculos e teores de potássio no solo e no pecíolo da batateira em resposta à fertilizantes potássicos. 1995. 108p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1995.

REIS JUNIOR. R.R.A.; FONTES, P.C.R. Qualidade de tubérculos da batateira em função de doses de fertilizantes potássicos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.14, p.170-174, 1996.

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, p.795-799, 1999.

REIS JÚNIOR, R.A.; MONNERAT, P.H. Nutrient concentrations in potato stem, petiole and leaflet in response to potassium fertilizer. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.2, 2000.

REIS, J.C.S. Cultivo de batata cultivar Agata sob diferentes fontes e concentrações de fertilizantes potássicos. 2008. 62f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista. 2008.

ROBERTS, S.; DOLE R. E. Potassium nutrition of potatoes. In: MUNSON R.D. Poatassium Agriculture. Madison. **American Society of Agronomy**, Madison, 1985. p.799-818.

ROWBERRY, R. G.; KETCHESON, W. Sources of potassium in potato fertilizer and times of application. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 58, n.3, p. 779-782, jul. 1978.

RODRIGUES, N. S. Avaliação tecnológica e sensorial de novos genótipos de batata (*Solanum tuberosum* L.) para industrialização na forma de pré-fritas congeladas. 1990. 177p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1990.

SALLES, L.A. A batata (*Solanum tuberosum*) é a quarta cultura em importância agrícola no mundo, seu mercado está em expansão. **Revista Cultivar Hortaliças e Frutas**, Pelotas, n. 10, 2001. Disponível em:
<http://www.grupocultivar.com.br/artigos/artigo.asp?id=386>. Acesso em 12 jan. 2010.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. Carbon dioxide fixation and carbohydrate synthesis. In: SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. (Ed.). **Plant physiology**, Waterbury, n.4, p. 225-248, 1992.

SCUCUGLIA, C.L. **Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na cultura do tomateiro em cultivo protegido**. 2012. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2012.

SNOECK, J. Cafier. In: MARTIN-PRÉVEL, P.; GAGNARD, J.; GAUTIER, P. **L'Analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes**. Technique et Documentatin-Lavousier, p.473-495. 1984.

SREK, P.; HEJCMAN, M.; KUNZOVA, E. Multivariate analysis of relationship between potato (*Solanum tuberosum* L.) yield, amount of applied elements, their concentrations in tubers and uptake in a long-term fertilizer experiment. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.118, p.183-193, 2010.

STARK, J. C.; et al. **Tuber quality**. In: STARK, J. C.; LOVE, S. L. Potato Production Systems. Idaho: Idaho Center for Potato Research & Education, 2003. 420 p.

STERTZ, S. C.; ROSA, M. I. S.; FREITAS, R. J. S. Qualidade nutricional e contaminantes da batata (*Solanum tuberosum* L., solanaceae) convencional e orgânica na Região Metropolitana de Curitiba – Paraná. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.23, n.2, P. 383-396, 2005.

TAKAHASHI, H.W.; ANDRADE, B.L.G. **Nutrição de plantas. Diagnose foliar em hortaliças. Diagnose foliar na cultura do Tomate**. Jaboticabal: FCAV/CAPES/FAPESP/FUNDESP, 2010. 376 p.

TFOUNI, S. A.V. et al. **Batata chips e palha**. Campinas: ITAL, 2003. 73 p. (Agronegócio; 3).

TRINDADE, J. L. F. **Caracterização de algumas variedades de batata do Município de Contenda-PR e indicações quanto ao uso doméstico e fins tecnológicos**. 1994. 91 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Química)- Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

VAN RAIJ, B. Fertilidade do solo e adubação. **Associação Brasileira para Pesquisa da potassa e do fosfato**. São Paulo: Ceres, POTAFÓS, 1991. 343p.

VIEIRA, F.C.; SUGIMOTO, L.S Importância da adubação na cultura da batata. **Batata Show**, Itapetininga, n.5, 2002.

UNICAMP. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO**. 2 ed. Campinas, 2006. 113 p.

VENDRUSCOLO, J.L. **Avaliação e melhoria das qualidades tecnológicas e sensoriais de genótipos de batata (*Solanum tuberosum* L.) para a industrialização e consumo de mesa**, Pelotas: CPACT/EMBRAPA, 1998.

WALWORTH, J.L.; SUMNER, M.E. The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). **Advances in Soil Sciences**, New York, v.6, p.149-188, 1987.

WALWORTH, J.L.; MUNIZ, J.E. A compendium of tissue nutrient concentrations for field-grown potatoes. **American Potato Journal**, New Jersey, v. 70, p579-597, 1993.

WESTERMANN D.T, et al. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: Yield and specific gravity. **American Potato Journal**, New Jersey, v.71, p.417-431, 1994.

WHITE, P.J.; et al. Relationships between yield and mineral concentrations in potato tubers. **HortScience**, Pleasanton, v.44, p.6-11, 2009.

YORINORI, G. T. **Curva de crescimento e acumulo de nutrientes para a cultura da batata cv. Atlantic**. 2003. 79p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”-Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2003.

ZAAG, D. E. van der. **La patata y su cultivo en los Países Bajos**. Haya: Instituto Consultivo Holandés sobre la Patata, 1993. 76 p.

ZAMBOLIM, L., VENTURA, J. A. Resistência a doenças induzidas pela nutrição das plantas. Informações Agronômicas (POTAFOS), v. 75, Encarte Técnico, 1996.

ZEHLER, E. **Potassium sulphate and potassium chloride: their influence on the yield and quality of cultivated plants**. Worblanfen - Berna-Switzerland: Internacional Potash Institue, 1981. 111 p.

ZEHLER, E.; KREIPE, H.; GETHING, P. A. **Sulfato de potássio e cloreto de potássio: sua influência na produção e na qualidade das plantas cultivadas**. Campinas: Fundação Cargill, 1986.

ZORZELLA, C. A. et al. Caracterização física, química e sensorial de genótipos de batata processados na forma chips. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.6, p.15-24, 2003.