

ANGELICA ARAUJO QUEIROZ

PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE CULTIVARES DE BATATA EM
FUNÇÃO DE DOSES DE NPK

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

Orientador

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz

Co-orientador

Prof. Dr. Felipe Campos Figueiredo

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011

ANGELICA ARAUJO QUEIROZ

PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE CULTIVARES DE BATATA EM
FUNÇÃO DE DOSES DE NPK

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

APROVADA em 21 de março de 2011.

Prof. Dr. Carlos Ribeiro Rodrigues

UFRPE

Prof. Dr. Felipe Campos Figueiredo
(co-orientador)

IFET/Sul de Minas

Profa. Dr. Beno Wendling

UFU

Prof. Dr. Hamilton Seron Pereira

UFU

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

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

- Q38p Queiroz, Angélica Araújo, 1980-
 Produtividade e qualidade de cultivares de batata em função de
 doses de NPK [manuscrito] / Angélica Araujo Queiroz. - 2011.
 120 f. : il.
- Orientador: José Magno Queiroz Luz.
 Tese (doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pro-
 grama de Pós-Graduação em Agronomia.
 Inclui bibliografia.
1. Batata - Adubação - Teses. 2. Batata - Nutrição - Teses. I. Luz,
 José Magno Queiroz. II. Universidade Federal de Uberlândia.
 Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU: 633.491:631.81

DEDICATÓRIA

Dedico, aos meus pais, Amália e José Roberto, irmãos Patrícia e Rodrigo e aos meus sobrinhos, Lucas e Letícia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram na realização deste trabalho, em especial:

Ao Professor, José Magno Queiroz Luz, meu orientador, que me deu a oportunidade de realizar este trabalho, e pelo o aprendizado que me foi passado nestes 4 anos de estudos;

Aos meus amigos e colegas da equipe de batata, que no plantio e na colheita me ajudaram muito e que sem eles seria mais difícil esta experiência, Marcela, Rodrigo, Samara, Daniele, Johny e tanto outros que ajudaram;

Aos parceiros, COOPADAP, MONTESA e aos ROCHETO.

Aos técnicos do Laboratório de Solos da UFU;

À todos os professores da UFU que me apoiaram e ajudaram na realização deste sonho, em especial a professora Denise Santana, que sempre me atendeu prontamente e me ensinou um pouco das estatísticas;

À FAPEMIG pelo suporte financeiro;

À coordenação do Programa de Pós Graduação em Agronomia;

Aos meus familiares, pelo carinho e torcida por mim durante toda esta etapa;

Ao Marco Túlio por mais esta conquista juntos;

E a todos de que de alguma forma contribuíram para a realização e finalização deste trabalho;

À todos o meu MUITO OBRIGADA!!

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1	1
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Botânica.....	3
2.2 Nutrição Mineral de plantas.....	3
2.3 Nitrogênio	6
2.4 Fósforo.....	7
2.5 Potássio.....	8
2.6 Avaliação do estado nutricional	10
REFERÊNCIAS.....	16
CAPITULO 2: Produtividade e qualidade de cultivar de batata Ágata em função de doses de NPK	20
RESUMO	21
ABSTRACT.....	22
1 INTRODUÇÃO.....	23
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
2.1 Localização e instalação.....	25
2.2 Delineamento Experimental	25
2.3 Instalação e condução do experimento	27
2.4 Características avaliadas	27
2.4.1 Teor foliar de macro e micronutrientes	27
2.4.2 Produtividade de tubérculos	28
2.4.3 Classificação dos tubérculos	28
2.6 Análise estatística	28
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
3.1 Produtividade de tubérculos da cultivar Ágata.....	29
3.1.1 Efeito das doses crescentes de fósforo na produção total de tubérculos	29
3.1.2 Efeito das doses crescentes de nitrogênio na produção total de tubérculos	31
3.1.3 Efeito das doses crescentes de potássio na produção total de tubérculos	34
3.2 Classificação de tubérculos	35
3.2.1 Efeito das doses crescentes de fósforo na classificação de tubérculos	35
3.2.2 Efeito das doses crescentes de nitrogênio na classificação de tubérculos	38
3.2.3 Efeito das doses crescentes de potássio na classificação de tubérculos	40
3.3 Avaliação do estado nutricional.....	42
3.3.1 Diagnose nutricional	42
4 CONCLUSÕES	50
REFERÊNCIAS.....	51
CAPITULO 3: Produtividade e qualidade de cultivar de batata Atlantic em função de doses de NPK	54
RESUMO	54
ABSTRACT.....	55
1 INTRODUÇÃO	56
2 MATERIAL E MÉTODOS	59
2.1 Localização e instalação.....	59
2.2 Delineamento Experimental	59
2.3 Instalação e condução do experimento	59

2.4 Características avaliadas	59
2.4.1 Teor foliar de macro e micronutrientes	59
2.4.2 Produtividade de tubérculos	59
2.4.3 Classificação dos tubérculos	60
2.4.4 Teor de Sólidos solúveis.....	60
2.5 Análise estatística	60
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
3.1 Produtividade de tubérculos da cultivar Atlantic	61
3.1.1 Efeito das doses crescentes de fósforo na produção total de tubérculos	61
3.1.2 Efeito das doses crescentes de nitrogênio na produção total de	62
tubérculos	
3.1.3 Efeito das doses crescentes de potássio na produção total de tubérculos	64
3.1.4 Sólidos solúveis totais	66
3.2 Classificação de tubérculos	69
3.2.1 Efeito das doses crescentes de potássio na classificação de tubérculos	69
3.2.2 Efeito das doses crescentes de fósforo na classificação de tubérculos	70
3.2.3 Efeito das doses crescentes de nitrogênio na classificação de tubérculos	70
3.3 Avaliação do estado nutricional	72
3.3.1 Diagnose nutricional	72
4 CONCLUSÕES.....	78
REFERÊNCIAS.....	79
CAPITULO 4: Produtividade e qualidade de cultivar de batata Asterix em	84
função de doses de NPK	
RESUMO	84
ABSTRACT.....	85
1 INTRODUÇÃO.....	86
2 MATERIAL E MÉTODOS	90
2.1 Localização e instalação	90
2.2 Delineamento Experimental	90
2.3 Instalação e condução do experimento	90
2.4 Características avaliadas	90
2.4. 1 Teor foliar de macro e micronutrientes	90
2.4.2 Produtividade de tubérculos	90
2.4.3 Classificação dos tubérculos	91
2.4.4 Teor de Sólidos solúveis	91
2.5 Análise estatística	91
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	92
3.1 Produtividade de tubérculos da cultivar Asterix	92
3.1.1 Efeito das doses crescentes de fósforo na produção total de tubérculos	92
3.1.2 Efeito das doses crescentes de potássio na produção total de tubérculos	93
3.1.3 Efeito das doses crescentes de nitrogênio na produção total de	95
tubérculos	
3.1.4 Sólidos solúveis totais	97
3.2 Classificação de tubérculos	100
3.2.1 Efeito das doses crescentes de nitrogênio na classificação de tubérculos .	100
3.2.2 Efeito das doses crescentes de fósforo na classificação de tubérculos ...	102
3.2.3 Efeito das doses crescentes de potássio na classificação de tubérculos	103
3.3 Avaliação do estado nutricional	104
3.3.1 Diagnose nutricional	104
4 CONCLUSÕES	109

REFERÊNCIAS	110
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	114
ANEXOS.....	115

LISTA DE TABELAS

	PÁGINA
1 Valores de referência para a interpretação dos resultados de análise de tecidos na cultura da batata.	11
2 Doses de N, P e K utilizadas e aplicadas no sulco de plantio, para as cultivares testadas. Uberlândia-MG, 2011.	26
3 Resumo do quadro de análise de variância, para produtividade da cultivar Ágata, em função das doses de P_2O_5 , aplicadas no sulco de plantio em São Gotardo e Itajubá, 2011.	29
4 Resumo do quadro de análise de variância, para produtividade da cultivar Ágata, em função das doses de N, aplicadas no sulco de plantio em São Gotardo e Itajubá, 2011.	32
5 Resumo do quadro de análise de variância, para produtividade da cultivar Ágata, em função das doses de K, aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.	34
6 Resumo do quadro de análise de variância, para classificação da cultivar Ágata, em função das doses de P_2O_5 , aplicadas no sulco de plantio em São Gotardo e Itajubá, 2011.	36
7 Resumo do quadro de análise de variância, para classificação da cultivar Ágata, em função das doses de N, aplicadas no sulco de plantio em São Gotardo e Itajubá, 2011.	38
8 Resumo do quadro de análise de variância, para classificação da cultivar Ágata, em função das doses de K_2O , aplicadas no sulco de plantio em São Gotardo e Itajubá, 2011.	40
9 Teores médios de nutrientes foliares e produtividade da população de alta produtividade e de baixa produtividade de batata cultivar Ágata em São Gotardo e Itajubá, 2011.	42
10 Índices DRIS para macro e micronutrientes em lavouras de alta produtividade ($> 50 \text{ t ha}^{-1}$) e baixa produtividade ($< 50 \text{ t ha}^{-1}$) de batata cultivar Ágata em São Gotardo, 2011.	45
11 Índices DRIS para macro e micronutrientes em lavouras de alta produtividade ($> 25 \text{ t ha}^{-1}$) e baixa produtividade ($< 25 \text{ t ha}^{-1}$) de batata cultivar Ágata, em Itajubá, 2011.	46
12 Índice de deficiência de macro e micronutrientes em lavouras de alta produtividade ($> 50 \text{ t ha}^{-1}$) e baixa produtividade ($< 50 \text{ t ha}^{-1}$) de batata cultivar Ágata cultivada em São Gotardo, 2011.	47
13 Índice de deficiência de macro e micronutrientes em lavouras de alta produtividade ($> 25 \text{ t ha}^{-1}$) e baixa produtividade ($< 25 \text{ t ha}^{-1}$) de batata cultivar Ágata cultivada em Itajubá, 2011.	48
14 Resumo do quadro de análise de variância, para produtividade da cultivar Atlantic, em função das doses de P_2O_5 , aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.	61
15 Produtividade médias de tubérculos observadas em t ha^{-1} da cultivar Atlantic produzidos, em função das doses de P_2O_5 utilizadas. Uberlândia-MG, 2011.	61
16 Resumo do quadro de análise de variância, para produtividade da cultivar Atlantic, em função das doses de N, aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.	62
17 Produtividade médias observadas em t ha^{-1} de tubérculos da cultivar Atlantic produzidos, em função das doses de N utilizadas. Uberlândia-	62

	MG, 2011.	
18	Resumo do quadro de análise de variância, para produtividade da cultivar Atlantic, em função das doses de K ₂ O, aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.	64
19	Produtividade médias observadas em t ha ⁻¹ de tubérculos da cultivar Atlantic produzidos, em função das doses de K ₂ O utilizadas. Uberlândia-MG, 2011.	64
20	Teor de sólidos solúveis em função dos níveis de adubos utilizados. -MG, 2011.	66
21	Resumo do quadro de análise de variância, para sólidos solúveis em função das doses de K ₂ O, aplicadas no sulco da cultivar Atlantic. Uberlândia-MG, 2011.	68
22	Resumo do quadro de análise de variância, para sólidos solúveis em função das doses de P ₂ O ₅ , aplicadas no sulco da cultivar Atlantic. Uberlândia-MG, 2011.	68
23	Resumo do quadro de análise de variância, para sólidos solúveis em função das doses de N, aplicadas no sulco da cultivar Atlantic. Uberlândia-MG, 2011.	69
24	Resumo do quadro de análise de variância, para classificação da cultivar Atlantic, em função das doses de K ₂ O, aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.	69
25	Resumo do quadro de análise de variância, para classificação da cultivar Atlantic, em função das doses de P ₂ O ₅ , aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.	70
26	Resumo do quadro de análise de variância, para classificação da cultivar Atlantic, em função das doses de N, aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.	72
27	Teores médios de nutrientes foliares e produtividade da população de alta produtividade (> 28 t ha ⁻¹) e de baixa produtividade (< 28 t ha ⁻¹) de batata da cultivar Atlantic. Uberlândia-MG, 2011.	73
28	Índices DRIS para macro e micronutrientes em lavouras de alta produtividade (> 28 t ha ⁻¹) e baixa produtividade (< 28 t ha ⁻¹) de batata da cultivar Atlantic. Uberlândia-MG, 2011.	75
29	Índice de deficiência de macro e micronutrientes em lavouras de alta produtividade (>28 t ha ⁻¹) e baixa produtividade (<28 t ha ⁻¹) de batata da cultivar Atlantic. Uberlândia-MG, 2011.	77
30	Resumo do quadro de análise de variância, para produtividade da cultivar Asterix, em função das doses de P ₂ O ₅ , aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.	92
31	Produtividade médias de produtividade de tubérculos em t ha ⁻¹ da cultivar Asterix, em função de doses de P ₂ O ₅ , aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.	92
32	Resumo do quadro de análise de variância, para produtividade da cultivar Asterix, em função das doses de K ₂ O, aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.	93
33	Produtividade médias observadas em t ha ⁻¹ de tubérculos da cultivar Asterix produzidos em Perdizes, em função das doses de K ₂ O utilizadas. Uberlândia-MG, 2011.	94
34	Resumo do quadro de análise de variância, para produtividade da cultivar Asterix, em função das doses de N, aplicadas no sulco de	95

	plantio. Uberlândia-MG, 2011.	
35	Teor de sólidos solúveis em função dos níveis de adubos utilizados. Uberlândia -MG, 2011.	97
36	Resumo do quadro de análise de variância, para sólidos solúveis da cultivar Asterix em função das doses de K_2O . Uberlândia-MG, 2011.	98
37	Resumo do quadro de análise de variância, para sólidos solúveis da cultivar Asterix em função das doses de P_2O_5 . Uberlândia-MG, 2011.	100
38	Resumo do quadro de análise de variância, para sólidos solúveis da cultivar Asterix em função das doses de N. Uberlândia-MG, 2011.	100
39	Resumo do quadro de análise de variância, para classificação da cultivar Asterix, em função das doses de N, aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.	101
40	Resumo do quadro de análise de variância, para classificação da cultivar Asterix, em função das doses de P_2O_5 , aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.	103
41	Resumo do quadro de análise de variância, para classificação da cultivar Asterix, em função das doses de K_2O , aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.	103
42	Teores médios de nutrientes foliares e produtividade da população de alta produtividade ($> 22 \text{ t ha}^{-1}$) e de baixa produtividade ($< 22 \text{ t ha}^{-1}$) de batata da cultivar Asterix, Uberlândia- MG,2011.	104
43	Índices DRIS para macro e micronutrientes em lavouras de alta produtividade ($> 22 \text{ t ha}^{-1}$) e baixa produtividade ($< 22 \text{ t ha}^{-1}$) de batata da cultivar Asterix. Uberlândia- MG,2011.	107
44	Índice de deficiência de macro e micronutrientes em lavouras de alta produtividade ($> 22 \text{ t ha}^{-1}$) e baixa produtividade ($< 22 \text{ t ha}^{-1}$) de batata da cultivar Asterix. Uberlândia- MG,2011.	108

RESUMO

QUEIROZ, ANGÉLICA ARAÚJO. **Produtividade e qualidade de cultivares de batata em função de doses de NPK**. 2011. 121.f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia)-Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia¹

A demanda relativa de fertilizantes para a cultura da batata é a maior entre as culturas produzidas no Brasil, variando de 2,3 a 2,8 t ha⁻¹. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a produtividade de tubérculos de batata cultivares Ágata, Atlantic e Asterix, em função dos níveis de N, P e K aplicadas no sulco de plantio. Os experimentos foram montados e conduzidos nos municípios de São Gotardo, Perdizes, Serra do Salitre e Itajubá em Minas Gerais, na safra das águas de 2009 e seca de 2010. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 5 doses e 4 repetições. Foram conduzidos simultaneamente três experimentos, sendo um para cada nutriente (N, P e K). As doses testadas foram: 0, 70, 140, 210 e 240 kg ha⁻¹ de N; 0, 150, 300, 450 e 600 kg ha⁻¹ de K₂O e 0, 200, 400, 600 e 800 kg ha⁻¹ de P₂O₅. No solo, foram adicionadas no sulco de plantio as cinco doses do elemento estudado, combinado com as doses consideradas padrão para a cultura da batata, acrescidas de 30 kg ha⁻¹ de uma fonte de micronutrientes. Aos 30 DAP, foram amostradas folhas das plantas de cada parcela e analisadas quanto ao teor de macro e micronutrientes, estabelecendo-se o DRIS para a cultura. Ao final dos experimentos os tubérculos foram colhidos, classificados, pesados e calculada a produtividade da área útil das parcelas. Conclui-se que para cultivar Ágata a produtividade foi influenciada pelas doses de P nas duas localidades estudadas. As doses de N aumentaram a produtividade em São Gotardo até a dose de 219 kg ha⁻¹ de N com produtividade de 47,6 t ha⁻¹ de tubérculos. E as doses de K não influenciou a produtividade de tubérculos em nenhuma das localidades. De acordo com o DRIS, a ordem de insuficiência nas áreas de alta produtividade foi: K>S>Zn>Mg=B>P>Cu>Ca>N=Mn>Fe, e a ordem de insuficiência nas áreas de baixa produtividade foi: Cu>Fe>Mg>N>Mn>B>S>P>K>Zn>Ca. Em São Gotardo e em Itajubá, a ordem de insuficiência nas áreas de alta produtividade foi: Zn>Mg>Mn=Cu=P>B>N>S=Fe>K>Ca, e a ordem de insuficiência nas áreas de baixa produtividade foi: B>Ca>Mg>Mn>Fe>N=Zn>S>P=Cu>K. Na cultivar Atlantic, a produtividade de tubérculos não foi influenciada pelas doses estudadas de N, P e K, contudo com o DRIS estabeleceu-se a ordem de insuficiência nas áreas de alta produtividade: Cu>Ca=Zn>Fe>N>Mn>K>Mg=P>S=B, e a ordem de insuficiência nas áreas de baixa produtividade: Ca>K>Zn>S>N>Cu>P>B>Mg=Fe>Mn. A cultivar Asterix, não foi influenciada pelas doses de P e K estudadas, ocorrendo um aumento da produtividade de tubérculos em função das doses de N aplicadas, até a dose de 173 kg ha⁻¹ de N. Com o DRIS, pode-se estabelecer a ordem de insuficiência nas áreas de alta produtividade: Ca>Mn>P>S>Zn=Cu>K>N>B>Fe>Mg, e a ordem de insuficiência nas áreas de baixa produtividade: Ca>Cu>Mg>P>S>Mn>Zn>K>Fe=B>N.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum*, nutrição, adubação.

¹ Comitê Orientador: José Magno Queiroz Luz –UFU (Orientador) e Felipe Campos Figueiredo-IF SULMINAS (co-orientador).

ABSTRACT

QUEIROZ, ANGÉLICA ARAÚJO. **Productivity and quality of potato cultivars with doses of NPK**. 2011. 121.f. Thesis (Ph.D. in Agronomy / Plant Science)-University of Uberlândia. Uberlândia¹

The demand for fertilizer on the potato crop is the largest among the crops grown in Brazil, ranging from 2.3 to 2.8 t ha⁻¹. Thus, the purpose of this study was to evaluate the yield of potato tubers Ágata, Atlantic Asterix and depending on the levels of N, P and K applied at planting. The experiments were performed and conducted in the municipality of São Gotardo, Perdizes, Serra do Salitre, and Itajubá in Minas Gerais, in the rainy season of 2009 and dry season of 2010. The experimental design was randomized blocks with four replications and five doses. Three experiments were conducted simultaneously, one for each nutrient (N, P and K). Doses tested were 0, 70, 140, 210 and 240 kg N ha⁻¹, 0, 150, 300, 450 and 600 kg K₂O ha⁻¹ and 0, 200, 400, 600 and 800 kg ha⁻¹ P₂O₅. On the soil were added at planting five doses of the nutrient studied, combined with doses considered standard for the potato crop, plus 30 kg ha⁻¹ of a source of micronutrients. At 30 DAP, the leaves were sampled from each plot and analyzed for content of macro and micronutrients, taking the DRIS for culture. At the end of the experiments the tubers were harvested, graded, weighed and calculated the productivity of the useful area of the plots. It concluded that to grow Ágata yield was influenced by P levels in the two locations studied. The N increased productivity in São Gotardo until the dose of 219 kg N ha⁻¹ with a yield of 47.6 t ha⁻¹ of tubers and K fertilization did not affect the tuber yield in any of the locations. According to the DRIS, the order of failure in areas of high productivity was: K > S > Zn > Mg = P = B > Cu > Ca > N = Mn > Fe, and the order of failure in areas of low productivity was: Cu > Fe > Mg > N > Mn > B > S > P > K > Zn > Ca in the São Gotardo and Itajubá the order of failure in areas of high productivity was: Zn > Mg > Cu = Mn = P > B > N > S = Fe > K > Ca, and the order of failure in areas of low productivity was: B > Ca > Mg > Mn > Fe > Zn = N > S > P = Cu > K. Atlantic cultivar productivity of tubers was not influenced by the studied doses of N, P and K, however, with the DRIS established the order of failure in areas of high productivity: Cu > Ca = Zn > Fe > N > Mn > K > Mg = P > S = B, and the order of failure in areas of low productivity: Ca > K > Zn > S > N > Cu > P > B > Mg = Fe > Mn. The cultivar Asterix was not influenced by the levels of P and K, studied, and there was an increase in tuber yield in relation to the levels of N applied up to a dose of 173 kg ha⁻¹ N and DRIS, we can establish the order of failure in areas of high productivity: Ca > Mn > P > S > Zn = Cu > K > N > B > Fe > Mg, and order failure.

Keywords: *Solanum tuberosum*, nutrition, fertilization.

¹ Major professor: José Magno Queiroz Luz –UFU (Orientador) and Felipe Campos Figueiredo-IF SULMINAS (co adviser).

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

Batata, *Solanum tuberosum* L., é mundialmente caracterizada como um alimento popular, sendo a 4ª fonte de alimento mundial, ficando atrás somente do Trigo, Arroz e o Milho. Seu centro de origem está localizado na região dos Andes no Peru e Bolívia, onde é cultivada a mais de 7 mil anos. Historicamente e até os dias de hoje, é a base alimentar de vários países, principalmente os de clima temperado. A batata é um dos alimentos mais consumidos no mundo devido a sua composição, sendo fornecedora de proteína de alta qualidade, vitaminas e sais minerais, e versatilidade econômica e tecnológica.

No Brasil, teve seu cultivo iniciado no início do século 20 e hoje é a principal hortaliça, com área plantada de cerca de 150.000 hectares, englobando as três safras de plantio, água, seca e inverno, com produção de cerca de 3.600.000 milhões de toneladas, sendo a safra das águas a de maior produção, com cerca de 1.500.000 milhões de toneladas (IBGE, 2010).

Minas Gerais ocupa o primeiro lugar na produção nacional de batata, com 1.150.000 milhão de toneladas, em cerca de 40.000 hectares plantados, com rendimento médio de 25 toneladas por hectares. Esse volume correspondeu a 33% do total produzido no Brasil em 2009. A principal região produtora de batata no Estado é o Sul de Minas, representando cerca de 50% da cultura. O produto abastece principalmente os mercados de São Paulo, Belo Horizonte, Rio de Janeiro e Nordeste. O Triângulo Mineiro, embora apresente produtividade superior, tem apenas 3.500 hectares plantados na seca e inverno e 11.500 hectares nas águas.

A cultura da batata apresenta ciclo relativamente curto e altos rendimentos por área, sendo deste modo, muito exigente quanto à presença de nutrientes na forma prontamente disponível na solução do solo. Assim, no cultivo da batata, normalmente são utilizadas altas doses de fertilizantes inorgânicos, o que tornam elevados os custos de produção e os riscos de contaminação ambiental.

A demanda relativa de fertilizantes para a cultura da batata é a maior entre as culturas produzidas no Brasil, variando de 2,3 a 2,8 t ha⁻¹.

De forma geral, nos últimos anos, tem ocorrido melhoria do material de propagação e incorporação de novas tecnologias e fronteiras de produção, o que tem permitido um melhor aproveitamento dos insumos, principalmente dos fertilizantes,

contribuindo para o aumento da produtividade por área. Entretanto, apesar da sua importância e do grande número de pesquisas sobre a cultura, faltam maiores informações na área de nutrição mineral de plantas, já que as peculiaridades de cada cultivar fazem grande diferença no manejo e na produtividade da cultura.

A utilização de fertilizantes na cultura da batata é um fator preponderante para se conseguir produtividades altas. A utilização indiscriminada está presente nas áreas de cultivos e, em consequência desse uso excessivo, ocorre o aumento do custo de produção, além da redução da qualidade dos tubérculos. Em geral, produtores de batata fazem uma única adubação no plantio ou fazem uma adubação de cobertura com N, junto com a operação de amontoa (20 a 30 dias após o plantio).

Contudo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e qualidade de batata cv. Ágata, Atlantic e Asterix, em função de doses dos nutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio(K).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Botânica

Planta herbácea, da família Solanaceae, tem seu produto comercial nos tubérculos, caules modificados que armazenam reservas, necessidade imposta para enfrentar o inverno, em sua região de origem (FILGUEIRA, 2003), a Cordilheira dos Andes, na América do Sul. Possui ciclo vegetativo de 90 a 120 dias, podendo ser plantada durante todo o ano, evitando, porém, regiões ou épocas com altas temperaturas noturnas, ou onde ocorram geadas, bem como locais com solos muito pesados, sujeitos a encharcamento (FILGUEIRA, 2003). Embora a grande maioria da produção seja destinada ao consumo in natura, a importância da industrialização sob a forma de batata frita ("chips") e de pré - frita é crescente.

Segundo Filgueira (2003), a batateira é dividida em quatro estádios de desenvolvimento. A fase I tem início no 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 vai do início da tuberização até o enchimento dos tubérculos e a fase IV compreende o período de maturação ou senescência.

É cultivada em mais de 125 países, em uma área de 18,5 milhões de hectares, com uma produção de 309 milhões de toneladas em 2007 (FAO, 2009).

2.2 Nutrição mineral da batata

A batata é, entre as olerícolas, a cultura mais importante no Brasil e no mundo, devido ao seu cultivo complexo, ciclo curto, produtividade elevada e altamente exigente em nutrientes, sendo a adubação, prática essencial na determinação da qualidade e quantidade de tubérculos produzidos (FILGUEIRA, 2003).

De cultivo complexo, ciclo curto e alta produção por área, a batateira é exigente em nutrientes, com adubação assumindo prática essencial que influi na quantidade e qualidade dos tubérculos (FILGUEIRA, 2003).

No tocante à nutrição mineral, pode-se dizer que se trata de uma cultura altamente exigente, sendo responsável por um elevado consumo de fertilizantes. Contudo, não se pode caracterizar a totalidade dos processos de adubação como adequados às características agrônômicas da cultura. Em muitos casos, são verificadas aplicações excessivas de fertilizantes. E mais, são comuns os casos em que sequer são coletadas amostras para análise química do solo para caracterização química para fins

de recomendação de adubação. Este quadro remete à uma situação na qual há um uso indiscriminado de fertilizantes, cuja consequência direta é a redução do rendimento financeiro proveniente do cultivo.

Uma planta nutrida adequadamente possui uma maior resistência à deficiência hídrica e ao ataque de pragas e doenças (FILGUEIRA, 2000). As produtividades alcançadas são maiores e a qualidade do produto final é superior. O resultado é a otimização no retorno econômico em função do capital investido pelo agricultor (VIEIRA; SUGIMOTO, 2002).

Macronutrientes, especialmente P e K, influenciam na produção da cultura. Para a batateira, a análise de solo não serve como único parâmetro para recomendação de fertilizantes, haja visto resultados contraditórios e de pouca relação com nível de fertilidade do solo (CONSORTE, 2001). Geralmente é observado um máximo de absorção de P, K, Mg e S entre 40 e 50 dias após o plantio. No entanto, P e Ca são absorvidos durante todo o ciclo da cultura, sendo o pico máximo de absorção entre 90 e 110 dias após o plantio.

A cultura da batata absorve 9% da adubação entre a primeira e a sétima semana após o plantio, 16% entre a sétima e nona semana, 67% da 10^a semana a 12^a semana e 8% da 13^a a 14^a semana (CAROLUS, 1937).

A bataticultura brasileira não adota critérios técnico-científicos quando se fala em correção do solo e nutrição mineral da planta. Esse fato pode comprometer a produtividade e afetar significativamente o custo de produção que, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA (1999), o custo com fertilizantes na cultura da batata representa aproximadamente 20% do custo total. Diferentes formas de manejo da adubação são empregadas pelos produtores, sendo que, de tempos em tempos, surge uma fórmula tida como a ideal para adubar a cultura. Porém, deve-se dar especial atenção à adubação e nutrição da cultura da batata, pois, a demanda relativa de fertilizantes por unidade de área na cultura é algo impressionante, ocupando o primeiro lugar no “ranking” dentre as principais culturas. (VIEIRA; SUGIMOTO, 2002).

A eficiência dos nutrientes sobre o rendimento das plantas depende de alguns fatores, com a cultivar, densidade de plantio, cultura antecessora, condições climáticas, tipo de solo, capacidade de adsorção dos nutrientes e capacidade de remoção dos nutrientes pelas culturas, ou seja, o sistema de produção como um todo. Desta forma, é importante observar o momento adequado para realização das práticas culturais, a

precisão e o equilíbrio na quantidade de insumos, fundamentais para obtenção de produtividades satisfatórias (FONTES, 1997).

As doses de adubação, a serem fornecidas no decorrer do ciclo, devem ser determinadas considerando-se os critérios de produtividade e sustentabilidade da produção, porque os nutrientes não absorvidos pelas plantas apresentam risco de poluição ambiental (EPPENDORFER; EGGUM, 1994; ANDRIOLO et al., 2006), como a contaminação das águas através da lixiviação do N, causando a eutrofização das águas.

Contudo, no cultivo da batata em sistemas intensivos, normalmente são utilizadas doses elevadas de fertilizantes químicos que contem N, P e K (COGO et al., 2006; SILVA et al., 2007), e segundo a Agrianual (2009), dependendo da época de cultivo.

Alguns trabalhos têm sido desenvolvidos visando uma recomendação mais eficiente para a cultura. No sul de Minas Gerais, Peixoto et al. (1996) determinaram que a melhor resposta a adubação da cultivar Achat foi o uso de 360 kg ha^{-1} de N, na forma de sulfato de amônio, e 600 kg ha^{-1} de P, na forma de superfosfato simples, no plantio. Os autores observaram que, para a formulação 4-14-8, era necessário utilizar 1.800 kg ha^{-1} para suprir a necessidade de N e 770 kg ha^{-1} para suprir as necessidades de P, em um solo fértil.

A maior parte da área cultivada com batata no Brasil é ocupada com cultivares européias, criadas para as condições européias (WINANDY; VILHORDO, 1987). As principais variedades encontradas hoje no mercado são: Ágata, Monalisa, Baraka, Cupido, Caesar, Asterix e Atlantic.

Em quatro cultivares de batata, dentre elas a cultivar Asterix, o acúmulo de nutrientes, aos 70 após a emergência (DAE), na parte aérea foi $\text{K} > \text{Ca} > \text{N} > \text{Mg} > \text{P} > \text{Zn} > \text{B}$ e nos tubérculos foi $\text{K} > \text{N} > \text{P} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{B} > \text{Zn}$, com quantidade total extraída variando entre as cultivares, especialmente entre os elementos Ca e Zn (FELRTAN; LEMOS, 2001). Do total acumulado pelas plantas de batata, 60% do nitrogênio (N), 80% do fósforo (P) e 60% do potássio (K) são exportados via tubérculos, enquanto apenas 10% do cálcio (Ca) e boro (B) se acumulam nos tubérculos (MAGALHÃES, 1985).

De acordo com Yorinori (2003), estudando a cultivar Atlantic, a seqüência de acúmulo de nutrientes no plantio das águas foram $\text{N} > \text{K} > \text{Ca} > \text{P} > \text{Mg} > \text{S}$ e no plantio da seca foram $\text{K} > \text{N} > \text{P} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{S}$. E a seqüência de exportação de

nutrientes pelos tubérculos no plantio das águas foi: $N > K > P > S > Mg > Ca$. No plantio da seca foi: $K > N > P > S > Mg > Ca$.

2.3 Nitrogênio

O nitrogênio (N) é importante nutriente envolvido na síntese protéica e de compostos, como clorofila, hormônio, vitamina, além de possuir elevada redistribuição via floema (MARSCHNER, 1995).

O N é precursor de aminoácidos que estão associados à suscetibilidade ou resistência das plantas às doenças, pois influi no metabolismo e na interação planta/patógeno. Em excesso, o N pode favorecer o desenvolvimento de alguns patógenos, devido à maior suculência dos tecidos, retardar a maturação e prolongar o período vegetativo, associado ao fato de que, em algumas cultivares, o N pode aumentar a produção de massa seca da parte aérea, sem que ocorra conversão para a produção de tubérculos, devido a alteração da relação fonte/dreno (BEBENDO, 1995). Esse efeito pode ser atribuído ao fato da adubação nitrogenada favorecer o desenvolvimento da parte aérea mantendo e/ou transformando os novos tecidos da parte aérea em dreno preferencial em relação aos tubérculos.

O N influi sensivelmente no desenvolvimento da planta e no hábito de crescimento. A quantidade de N normalmente aplicada na batateira varia de 100 a 200 kg ha⁻¹ e ocasionalmente alcança 300 kg ha⁻¹, dependendo do propósito a que se destina a cultura e do tipo de solo. Para variedades com longos ciclos vegetativos, fazem-se necessárias maiores quantidades de folhagem do que para aquelas com períodos mais curtos. O crescimento vegetativo da parte aérea e dos tubérculos não é apenas estimulado pelo N, mas também pelo comprimento dos dias, pela temperatura e pela umidade. Variedades com grande crescimento vegetativo de ramas e folhagem, cultivadas sob condições favoráveis de comprimento do dia (dias longos), de temperatura e de umidade podem receber doses menores de N do que aquelas cultivadas em condições não favoráveis, tais como dias mais curtos, ou temperaturas e umidade relativas baixas (ZAAG, 1993).

Na cultura da batata, a produção de tubérculos ocorre num rápido e curto período de desenvolvimento, simultâneo ao da sua parte aérea. Para se maximizar a produtividade de tubérculos deve-se, pois, induzir a planta a acumular sacarose, translocando-a da parte aérea para os tubérculos, onde será convertida em amido. Para tanto, devem ser evitadas doses muito altas de N, principalmente as aplicadas

tardiamente, que induziriam a planta a produzir folhas em demasia e a alongar seu crescimento e maturação, o que implicaria na redução do período desejável de tuberização e conseqüente menor armazenagem de amido nos tubérculos, que por hora, resultaria em menor produtividade (BEUKEMA; ZAAG, 1990; FONTES, 1987).

O desenvolvimento da planta de batateira e o crescimento dos tubérculos estão diretamente relacionados com a disponibilidade de N no solo, o qual, raramente, contém quantidade suficiente de N, havendo necessidade de complementação pela aplicação de adubos nitrogenados, em doses apropriadas (GIL, 2001).

Através do estudo da marcha de absorção, Yorinori (2003) observou que 20% de todo o N extraído pela cultura da batata foi absorvido na tuberização e 60% no enchimento de tubérculos, durante a safra das águas. Na safra das secas, esses valores corresponderam a 24 e 76%, respectivamente, confirmando os relatos de Ezeta e McCollum (1972) que demonstraram que, para a maioria das cultivares de batata, a quantidade de N acumulado no início da tuberização foi menor que 50% do total.

Existem diferentes demandas durante o ciclo da cultura, que podem influenciar na produção de matéria seca dos tubérculos (MEYER; MARCUM, 1998; ERREBI et al, 1998), estando estas demandas relacionadas diretamente à fotossíntese e ao crescimento do compartimento vegetativo da planta (YIN et al., 2003).

2.4 Fósforo

O fósforo (P) é um nutriente essencial para as plantas, é um dos responsáveis pela transferência da energia necessária para os processos metabólicos no seu interior, tendo função estrutural e regulador do metabolismo das plantas. O P se encontra presente nos ácidos nucléicos, fosfolipídios, regula a assimilação de açúcar pelas plantas e é especialmente importante para a formação de sementes botânicas, para a formação de tubérculos e para o crescimento da raiz da batateira (ZAAG, 1993).

As plantas de batata assimilam o P com dificuldade, conseqüentemente é importante que a presença do P no solo ocorra sob uma forma de prontamente disponível e em quantidades suficientes. No entanto, quando o solo apresentar alto índice de acidez, o P pode ser precipitado pelos íons de Fe e Al em solução, quando o pH for próximo a neutro, o Ca pode precipitar o P e dificultar a absorção do mesmo pelas plantas.

O P tem influência significativa na redução do ciclo vegetativo e no aumento do número de tubérculos por planta de batata, mas pouco contribui para o aumento da

produtividade e para tamanho do tubérculo (FONTES, 1999; ZAAG, 1993). Tal constatação está de acordo com Beukema e Zaag (1990) e Zaag (1993) que afirmam não ter o P efeito notável sobre a produção de matéria seca, a não ser quando aplicado em doses excessivamente altas.

Os solos do planalto central brasileiro, que apresentam altos teores de óxidos de Fe e Al e alta fixação do P, quando cultivados com batata, apresentam limitações ao bom desenvolvimento e produção da cultura em função de suas características marcantes. Isto significa que aumentos de produção podem quase sempre ocorrer quando tais solos receberem adubação fosfatada, de forma mais marcantes naqueles, que nunca foram antes adubados ou que se apresentaram naturalmente com baixos teores de P. Nestes, dificilmente se alcança produtividades máximas com baixas doses de P.

Quando os plantios de batata são feitos em áreas já cultivadas, a quantidade de P a se aplicar dependerá do resultado e da interpretação da análise de solo que deverá estimar o nível de P já existente conforme sua textura e o teor de P remanescente. Solos de textura média ou arenosa necessitam apresentar maior teor de P extraível do que os de textura argilosa para serem considerados como detentores de menores teores disponíveis de P (FONTES, 1987).

No Brasil, deficiências de P em batata podem aparecer nas principais áreas produtoras de batata, como nas áreas do Planalto Central brasileiro, devido às características destes solos, baixos teores de P presentes na solução do solo e a alta fixação de P devido à presença de óxidos de Fe e Al.

Segundo Sangoi e Kruse (1999) e Fontes (1987), a exportação de nutrientes para produzir 30 t ha⁻¹ de tubérculos de batata é a seguinte: 95,4 kg de nitrogênio, 28,8 kg de fósforo, 146,4 kg de potássio, 12,7 kg de enxofre, 4,5 kg de cálcio e 4,5 kg de magnésio.

O uso de fertilizantes em dosagens elevadas vem aumentando substancialmente o custo de produção (REIS JUNIOR; MONNERAT, 2001). Causas do uso intensivo de adubação: alta taxa de crescimento da planta, ciclo bastante curto e um sistema radicular superficial, de modo que a cultura responde muito à aplicação de nutrientes (MAGALHÃES, 1985).

2.5 Potássio

O potássio (K), juntamente com o nitrogênio, são os nutrientes mais absorvidos em maiores quantidades pelas culturas, sendo o K o cátion mais abundante nos vegetais

(MARSCHNER, 1995). Segundo Faquin (1994), o requerimento de potássio para o ótimo desenvolvimento das plantas é de aproximadamente 20 a 50 g kg⁻¹ de massa seca, variando conforme a espécie, a época e o órgão analisado.

Na cultura da batata, são fornecidas altas doses de fertilizantes, merecendo destaques os adubos potássicos. O potássio é removido do solo pelos tubérculos e mais que outros nutrientes e sua exportação é de normalmente 1,5 vezes maior que a do nitrogênio e quatro a cinco vezes superior a do fósforo (YORINORI, 2003).

O potássio atua em varias funções metabólicas das plantas, como ativador de enzimas, respiração e síntese de proteínas; abertura estomática, transporte no floema, osmorregulação e balanço de cátion/anion (REIS JUNIOR; MONNERAT, 2001), afetando a produtividade e a qualidade dos tubérculos na cultura da batata (WESTERMANN et al., 1994).

O potássio exerce influência positiva sobre a porcentagem de tubérculos graúdos e de maior peso (GRUNER, 1963). No entanto, doses acima daquelas necessárias para o satisfatório crescimento e desenvolvimento das plantas, elevam o custo de produção, além de causar impactos ambientais.

A quantidade de K exportada do solo por ocasião da colheita está diretamente ligada à espécie e ao teor deste nutriente disponível no solo (RITCHEY, 1982). Segundo Reis Júnior (1995), a aplicação de doses crescentes de K na cultura da batata aumentou a disponibilidade do nutriente no solo, assim como a quantidade de matéria seca na planta de batata com a adubação potássica residual. Embora o K seja exigido em alta quantidade, quando em dose excessiva, pode reduzir a produção de tubérculos, por interferir no equilíbrio eletroquímico das células, o que afeta a absorção e a disponibilidade fisiológica de Ca²⁺ e Mg²⁺ (REIS JUNIOR; FONTES 1999).

A deficiência de potássio nas plantas faz com que diminua seu crescimento, encurtando os entrenós, com folhas murchas arqueadas para baixo, e de formas irregulares. Em casos extremos, os bordos das folhas mais velhas ficam com coloração avermelhada e necrosada (MALLMANN, 2001).

A massa seca dos tubérculos diminuiu com o aumento dos teores foliares de K e cloro (Cl) (PAULETTI; MENARIN, 2004), porém a aplicação adequada de N e K pode aumentar a produção de massa seca (ROBERTS; DOLE, 1985).

No entanto, doses crescentes de K no solo aumentam a quantidade de massa seca na planta (REIS JÚNIOR, 1995).

O K não afeta diretamente a produtividade, mas pode influir na qualidade da produção, em fatores como o tamanho do tubérculo, no seu teor de matéria seca, na presença de manchas escuras nos tubérculos, na resistência a danos mecânicos quando do seu manuseio, no escurecimento destes após seu cozimento e na qualidade dos tubérculos durante seu armazenamento (BEUKEMA; ZAAG, 1990). Em plantas de batata, no estágio de seu máximo desenvolvimento da parte aérea, o teor de K pode variar entre 3% a 7% da matéria seca, o que corresponde a dose aproximadamente 300 kg ha⁻¹ de K (420 kg ha⁻¹ de K₂O). Na colheita os tubérculos, podem ser encontrados, em média, valores que variam de 1,5% a 2,5% da matéria seca em K. A taxa de assimilação máxima de K pelas plantas coincide com o pico de desenvolvimento da parte aérea (ZAAG, 1993). A exigência total por K, por uma cultura de batata com produtividade de 25,0 Mg ha⁻¹ é de 137,5 kg ha⁻¹, sendo que destes em torno de 62,5 kg ha⁻¹ estão contidos nos tubérculos e 75,0 kg ha⁻¹ nas ramas (MALAVOLTA; CROCOMO, 1982).

2.6 Avaliação do estado nutricional de plantas

As folhas são consideradas como o foco das atividades fisiológicas dentro das plantas, assim alterações na nutrição mineral de plantas são de certa forma refletidas nas concentrações dos nutrientes nas folhas.

A utilização da análise foliar como critério diagnóstico baseia-se na premissa de existir uma relação entre o suprimento de nutrientes e os níveis dos elementos, e que aumentos ou decréscimos nas concentrações se relacionam com produções mais altas ou mais baixas, respectivamente (EVENHUIS; WAARD, 1980).

Contudo, a avaliação nutricional das plantas objetiva identificar os nutrientes que estariam limitando o crescimento e produção das plantas.

A contribuição da diagnose foliar levou pesquisadores a desenvolverem diversas metodologias de interpretação de resultados de análise foliar, dentre as quais se encontra o nível crítico, definido como sendo a concentração do nutriente no tecido vegetal, acima do qual, pequenos ou nenhum aumento na produção é esperado ou a concentração para populações de baixa e alta probabilidade de resposta à adição do nutriente. Baseia-se na premissa de que existe uma relação direta entre os teores dos nutrientes no tecido das plantas e a sua produção, visto que, dentro de alguns limites, existe uma relação direta entre o nutriente fornecido pelo solo ou pelo adubo e a produção; também dentro de limites, há uma relação direta entre o nutriente fornecido

pelo solo ou pelo adubo e a sua concentração nas folhas; acontece uma relação direta entre a concentração do nutriente nas folhas e a produção (ORLANDO FILHO; ZAMBELLO, 1983).

No tecido vegetal, normalmente, utilizam-se as folhas, podendo ser a partir da diagnose visual ou da análise química que, por sua vez, pode ser interpretada, tomando um único nutriente através do método do nível crítico, da faixa de suficiência, ou alternativamente, tomando como base a relação dos nutrientes, feita pelo método denominado DRIS (Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação). Assim, existem várias ferramentas que podem ser utilizadas, preferencialmente de maneira integrada, para o conhecimento do sistema solo-planta, com subsídios suficientes para a interferência, se for o caso, na adoção de práticas de adubação mais eficientes.

A forma tradicional de se obter níveis críticos passa por ensaio de calibração da produtividade vegetal em função do teor de um nutriente na planta. Segundo Walworth & Sumner (1988), muitos pesquisadores conduzem experimentos variando a dose do nutriente no solo, obtendo a produtividade e a concentração do nutriente no tecido vegetal. Essas concentrações são ajustadas em função das produtividades, através de modelos matemáticos, como Mitscherlich, quadrática, exponencial, etc. Em muitos casos, o nível crítico corresponde à concentração do nutriente, referente a 90%/95% da produtividade máxima (MALAVOLTA et al., 1997).

Para a CFSMG (1999), a determinação dos "níveis críticos", para os diversos nutrientes e em relação às diversas culturas, é uma das fases da diagnose foliar que demanda grande esforço por parte da pesquisa. Assim, pela CFSMG (1999), os valores de referência para macro e micro nutrientes para a cultura da batata estão apresentados na tabela 1.

TABELA 1- Valores de referência para a interpretação dos resultados de análise de tecidos na cultura da batata.

Cultura	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
	-----dag kg ⁻¹ -----						-----mg kg ⁻¹ -----					
Batata	4,50- 6,00	0,29- 0,50	9,3- 11,5	0,76- 1,00	0,10- 0,12	0,40- 0,50	25- 50	7- 20	50- 100	30- 250	-	45- 250

O nível crítico é definido como o teor do nutriente na folha abaixo da qual a produção é reduzida e acima não é econômica. O nível crítico tem sido estabelecido como o teor de nutriente na folha associado à 90 ou 95% da produção ou crescimento máximo da

cultura, em respostas a doses crescentes de dado nutriente, admitindo-se representar a máxima eficiência econômica (MALAVOLTA et al., 1997). Porém, os teores foliares dos nutrientes são influenciados por diversos fatores, e isso dificulta o diagnóstico do estado nutricional da lavoura, comparando os valores da amostra com um único valor numérico padrão, definido como nível crítico. Assim, para boa parte das culturas, os padrões da literatura têm apresentado não apenas um valor crítico dos nutrientes nas folhas, mas um estreito intervalo de teores denominado de “faixas de teores adequados” ou “faixas de suficiência”. Em relação ao nível crítico, a adoção de faixas de suficiências melhora a flexibilidade na diagnose, embora ainda sim haja uma perda na exatidão, principalmente quando os limites das faixas são amplos.

Uma possibilidade que se tem para o estabelecimento das faixas de suficiência, seria estimar os níveis críticos para 90 e 95% da produção máxima através das equações de regressão, e considerar a faixa entre eles como teores adequados ou de suficiência.

A diagnose visual permite avaliar os sintomas de deficiência ou excesso de nutrientes, e é possível fazer correções no programa de adubação, com certas limitações. Entretanto, este método recebe críticas, uma vez que, no campo, a planta é passível de sofrer interferências de pragas e patógenos que podem mascarar a exatidão da detecção do nutriente-problema. Além disto, a diagnose visual não quantifica o nível de deficiência ou de excesso do nutriente em estudo.

Cabe salientar que somente quando a planta apresenta uma desordem nutricional aguda, é que ocorre claramente a manifestação dos sintomas visuais de deficiência ou excesso característicos, passíveis de diferenciação. Entretanto, neste ponto, parte significativa da produção está comprometida. Desta forma, o uso da diagnose visual não deve ser a regra e sim, um complemento da diagnose.

A diagnose vegetal presta-se para identificar o estado nutricional da planta, através da análise química de um tecido vegetal que seja mais sensível em demonstrar as variações dos nutrientes e que seja o centro das atividades fisiológicas da planta, ou seja, na maioria das vezes, a folha. É necessário, ainda, que a planta esteja em uma época de máxima atividade fisiológica, como no florescimento ou início da frutificação.

Em virtude desta última exigência da análise química das folhas no auge do desenvolvimento da planta, coloca-se a diagnose foliar com pouca ação na eventual correção da deficiência de nutrientes em plantas anuais no mesmo ciclo de produção da cultura. Entretanto, em culturas perenes, como o cafeeiro, a diagnose foliar apresenta potencial elevado no diagnóstico do estado nutricional da planta, possibilitando a correção no mesmo ano agrícola, com satisfatória eficiência.

Wadt (1996) desenvolveu o Método da Chance Matemática, que apresenta como vantagem, em relação ao método tradicional para determinação do nível crítico, a origem dos dados e possibilita a utilização de dados oriundos de condições de campo, e não apenas de ensaio controlado. Portanto, as exigências do controle experimental podem ser ignoradas, contanto que haja uma quantidade relativamente grande de informações sobre o fator a ser analisado.

Algumas das limitações dos critérios dos níveis críticos, diagnose visual, entre outros acima descritos para avaliação do estado nutricional, podem ser superadas pelo sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS), que é um sistema de interpretação que serve de suporte a outros métodos, desenvolvido originalmente por Beaufils (1973).

O DRIS permite o cálculo de índices para cada nutriente, usando as relações dos nutrientes com os demais e comparando as relações com uma população de referência. Esses índices têm a vantagem de possibilitar um ordenamento de nutrientes, desde os mais limitantes até os excessivos. Todavia, se por um lado a interdependência permite uma classificação e ordenamento de nutrientes, isso pode se transformar numa grande desvantagem traduzida em falsos diagnósticos, em função das distorções provocadas por fatores não controlados e por possíveis contaminações foliares devidas às pulverizações de micronutrientes, por exemplo. Dessa forma, há necessidade de cuidados para se evitar esses inconvenientes. Ao contrário dos critérios de nível crítico e de faixa de suficiência, onde os padrões de referência são estabelecidos em experimentos de adubação, o DRIS usa para padrão nutricional, uma população de referência estabelecida com base em plantas de alta produtividade e nutrição equilibrada.

No cultivo da batata para consumo, há carência de informações detalhadas sobre o manejo da adubação nitrogenada. Paula (2005) ajustou um modelo potencial $\%N = 3,6 \cdot MS^{-0,367}$ à dinâmica de acúmulo de massa seca e nitrogênio durante o crescimento e desenvolvimento, o qual pode ser empregado como referência para diagnóstico nutricional, associado com análise foliar e acúmulo de massa seca da cultura da batata.

No caso do K, resultados sobre as curvas de diluição das concentrações máxima (Km) e crítica (Kc) do K para a cultura da batata não estão disponíveis na literatura. O modelo de diluição do N durante o ciclo de crescimento e desenvolvimento das plantas de batata descrito por Lemaire et al. (1997) foi estendido para o K (GREENWOOD ;STONE, 1998). Uma relação de proporcionalidade foi estabelecida entre o teor crítico

de N e as concentrações críticas e máximas de K. Relações desse tipo permitiriam empregar o N como diagnóstico de base, a partir do qual as necessidades dos demais nutrientes poderiam ser diagnosticadas e quantificadas, sem a necessidade de proceder análises específicas para cada um deles.

O N é o elemento para o qual os métodos indiretos de diagnóstico nutricional estão mais desenvolvidos, especialmente a determinação *in situ* do teor de clorofila das folhas (FONTES, 2001). Esse método pode ser diretamente relacionado com a curva crítica de diluição, permitindo diagnósticos em nível de lavoura. No caso da batata, a curva crítica de diluição do N (Nc) foi previamente ajustada para diferentes cultivares e condições ambientais (GREENWOOD et al., 1990; DUCHÈNNE et al., 1997; BÉLANGER et al., 2001). Para a cultivar Asterix, Paula (2005) ajustou a equação $N\% = 3,6 MS^{-0,367}$, a qual pode ser transformada na expressão $kg\ ha^{-1}$ de N = $36 MS^{0,633}$, onde MS é a massa seca acumulada. No caso do K, existem indicações de literatura sobre os teores nos órgãos da planta associados a determinados níveis de produtividade (FONTES et al., 1996; REIS JUNIOR; MONNERAT, 2001; YORINORI, 2003). Porém, aqueles teores foram obtidos a partir de diferentes doses de adubação potássica aplicadas no solo e não traduzem a dinâmica de absorção em relação à acumulação de massa seca da cultura. Resultados sobre as curvas de diluição das concentrações máximas (Km) e críticas (Kc) do K para essa cultura não estão disponíveis na literatura.

Os critérios dos níveis críticos e das faixas de suficiência são os mais usados para a interpretação, porém estas técnicas apresentam a desvantagem dos nutrientes serem interpretados individualmente, não se considerando as interações entre eles, ou seja, o equilíbrio nutricional, sendo que a nutrição adequada da planta não é dada apenas pelos teores individuais de cada nutriente, mas, também pela relação entre eles.

O DRIS leva em consideração o equilíbrio nutricional, que para tanto, são estabelecidas, inicialmente, normas padrões, que constituem no cálculo da média, da variância e do coeficiente de variação das relações dos nutrientes, dois a dois.

O DRIS, não indica qual nutriente está em deficiência ou em concentração de toxidez, mas qual nutriente é o mais limitante e a ordem de limitação dos nutrientes. Assim, as vantagens do DRIS são: a escala de interpretação do método é contínua, os nutrientes são ordenados dos mais limitantes aos mais excessivos; há a indicação de casos nos quais a produção está sendo limitada devido a um desequilíbrio nutricional.

Para várias culturas, tem sido desenvolvidos os índices DRIS, como para o cafeeiro, a soja, o arroz, a laranjeira, cana-de-açúcar e milho, porém, para a cultura da batata, os índices ainda são pouco estudados.

REFERENCIAS

AGRIANUAL - ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. **Batata**. São Paulo: FNP, 2009. 497p.

ANDRIOLO, 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.

BEAUFILS, E.R. **Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS)**. Pietermaritzburg: University of Natal, 1973. 132p. (Soil Sci. Bull. Nº 1).

BEBENDO, I. P. Ambiente e doença. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, p. 331-341.

BÉLANGER, G.W.J.R.; RICHARDS, J.E.; MILBURN, P.H.; ZIADI, N. Critical nitrogen curve and nitrogen nutrition index for potato in eastern Canada. **American Journal of Potato Research**, New York, v.78, p.355-364, 2001.

BEUKEMA, H.P.; ZAAG, D.E. van der. **Introduction to potato production**. Wageningen: Pudoc, 1990. 180p.

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.

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.

CONSORTE, J.E. **Fontes e doses de cálcio e nitrogênio na nutrição e produção de batata (*Solanum tuberosum* L.) para a indústria**. Botucatu. 2001.117.f. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de concentração em Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu. 2001.

DUCHÈNNE, T.; MACHET, J.M.; MARTIN, M. Potatoes. In: LEMAIRE, G. (Ed.). **Diagnosis of the nitrogen status in crops**. Berlin: Springer-Verlag, 1997. p.119-130.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de análise química dos solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Solos, 1999. 370p.

EPPENDORFER, W.H.; EGGUM, B.O. Effects of sulfur, phosphorus, potassium, and water stress on dietary fiber fractions, starch, amino acids and on the biological value of

potato protein. **Plant Foods for Human Nutrition**, Long Island City. v.45, n.4, p.299-313, 1994.

ERREBHI, M.; et al. Potato yield response and nitrate leaching as influenced by nitrogen management. **Agronomy Journal**, Madison. v. 90, p.10-15. 1998.

EVENHUIS, B.; WAARD, P. W. F. Principles and practices in plant analysis. In: FAO Soils. Rome: 1980. p. 152-163.

EZETA, F.N.; MCCOLLUM, R.E. Dry-matter production and nutrient uptake and removal by *Solanum andigena* in the Peruvian Andes. **American Potato Journal**, New Jersey. v.49, n.4, p.151-163, 1972.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.(Roma, Itália). **FAOSTAT**: Crops. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx>>. Acesso em: 08 dez. 2009.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL: FAEPE, 1994. 227 p.

FELTRAN, J.C.; LEMOS, L.B. Acúmulo de nutrientes na parte aérea e nos tubérculos em cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.). In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE BATATA, 11; SEMINÁRIO NACIONAL DE BATATA SEMENTE, 7.Uberlândia, 2001. **Resumos expandidos...** Uberlândia: ABBA, 2001. p.21-25.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV. 402 p. 2000.

_____.F.A.R. **Novo manual de agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV. 412 p. 2003.

FONTES, P.C.R.; PAULA, M.B.; MIZUBUTI, A. Produtividade de batata sob a influência de níveis do fertilizante 4-14-8 e do superfosfato simples. **Revista Ceres**, Viçosa.v.34, n.191, p.90-98, 1987.

_____. P.C.R.; REIS JR, R.A.; PEREIRA, P.R.G. Critical potassium concentration and potassium/calcium plus magnesium ratio in potato petioles associated with maximum tuber yields. **Journal of Plant Nutrition**, New York. v. 19, p. 657-667, 1996.

_____. P.C.R.**Preparo do solo, nutrição mineral e adubação da batateira**. Viçosa: UFV, 1997. 42p.

_____. P.C.R.Calagem e adubação da cultura da batata. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. v.20, n.197, p.42-52, 1999.

_____.P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa: UFV, 2001. 122 p.

GIL, P.T. **Índices e eficiência de utilização de nitrogênio pela batata influenciados por doses de nitrogênio em pré-plantio e em cobertura**. 2001.81.f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2001.

GREENWOOD, D.J.; et al. Decline in N percentage of C₃ and C₄ crops with increasing plant mass. **Annals of Botany**, Oxford. v.66, p.425-436, 1990.

_____. D.J.; STONE, D. Prediction and measurement of the decline in the critical-K, the maximum-K and total cation plant concentration during growth of field vegetable crops. **Annals of Botany**, Oxford. v.82, p.871-881, 1998.

GRUNER, G. **La fertilization de La papa**. Hannover. Departamento Agrônômico para El Extrujeiro. 1963.47p. (Boletim verde, 17).

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.

Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento de safras agrícolas no ano civil. Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>>. Acesso em: 8 de dez. 2010.

LEMAIRE, G.; GASTAL, F.; PLENET, D. Dynamics of N uptake and N distribution in plant canopies. Use of crop N status index in crop modelling. In: LEMAIER, G. (Ed.). **Diagnostic procedures for crop N management**. 1997. p.16-29.

MAGALHÃES, J.R. **Nutrição e adubação da batata**. São Paulo: Nobel, 1985. 51p.

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

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

_____. E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. In: MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional da planta: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997.

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

MEYER, R.D.; MARCUM, D.V. Potato yield, petiole nitrogen, and soil nitrogen response to water and nitrogen. **Agronomy Journal**, Madison. v.90, p.420-429, 1998.

ORLANDO FILHO, J.; ZAMBELLO JÚNIOR, E. Diagnose foliar. In: ORLANDO FILHO, J. (Ed.) **Nutrição e adubação da cana de açúcar no Brasil**. Piracicaba: PLANALSUCAR, p.125-152. 1983.

PAULA, A.L. de. **Acúmulo de massa seca e nitrogênio durante o crescimento e desenvolvimento da cultura da batata**. 2005. 23.f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2005.

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

PEIXOTO, J. R.; GARCIA, C. A.; MARTINS, J. F. Produtividade da batata cv. Achat em função de doses de NPK e B, **Horticultura Brasileira**, Brasília. v. 14, p. 232-235, 1996.

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

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

REIS JÚNIOR, R. A.; MONNERAT, P. H. Exportação de nutrientes nos tubérculos de batata em função de doses de sulfato de potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília. v. 19, p. 227-231, 2001.

RITCHEY, K.D. **O potássio nos Oxissolos e Ultissolos dos trópicos úmidos**. Piracicaba : Instituto Internacional da Potassa, 1982. 69p. (Boletim Técnico, 7).

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

SANGOI, L.; KRUSE, N.D. Doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio e características agrônômicas da batata em dois níveis de pH. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v.29, p. 1333-1343, 1999.

SILVA, T.O.; MENEZES, R.S.C.; TIESSEN, H.; SAMPAIO, E.V.S.B; SALCEDO, I.H. SILVEIRA, L.M. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. I - Produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo. **Revista Brasileira Ciência Solo**, Viçosa. v.31, p.39-49, 2007.

VIEIRA, F. C.; SUGIMOTO, L. S Importância da adubação na cultura da batata. Revista **BATATA SHOW**. ano 2. nº 5. 2002.

WADT, P.G.S. **Os métodos da chance matemática e do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucalipto**. 1996. 99.f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1996.

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

WINANDY, A. L. P.; VILHORDO, B. W. **Cultivares de batata**. Porto Alegre: IPAGRO, (Boletim IPAGRO INFORMA n. 29).1987. p.39-44.

YORINORI, G.T. **Curva de crescimento e acúmulo de nutrientes pela cultura da batata cv. 'Atlantic'**. 2003. 66.f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"-Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2003.

YIN, X.; LANTINGA, E.A.; SHAPENDONK, H.C.M.; ZHONG, X. Some quantitative relationships between leaf area index and canopy nitrogen content and distribution. **Annals of Botany**, Oxford. v.91, p.893-903, 2003.

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

CAPITULO 2

RESUMO

Produtividade e qualidade de cultivar de batata Ágata em função de doses de NPK

A demanda relativa de fertilizantes para a cultura da batata é a maior entre as culturas produzidas no Brasil, variando de 2,3 a 2,8 t ha⁻¹. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a produtividade e a qualidade de tubérculos de batata, cultivar Ágata, em função de doses de NPK aplicadas no sulco de plantio. Os experimentos foram conduzidos nos municípios de São Gotardo e Itajubá em Minas Gerais, na safra das águas de 2009 e da seca de 2010, respectivamente. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 5 doses e 4 repetições para cada nutriente estudado, totalizando 20 parcelas por experimento. Foram conduzidos, simultaneamente, três experimentos, sendo um para cada nutriente (N, P e K). No experimento de um dos nutrientes as doses dos demais foram fixadas de acordo com as recomendações. As doses testadas foram: 0, 70, 140, 210 e 240 kg ha⁻¹ de N; 0,150, 300, 450 e 600 kg ha⁻¹ de K₂O e 0, 200, 400, 600 e 800 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Ao solo, foram adicionadas no sulco de plantio as cinco doses do elemento estudado, combinadas com as doses consideradas padrão para a cultura da batata, acrescidas de 30 kg ha⁻¹ de uma fonte de micronutrientes. Aos 50 DAP, foram amostradas folhas das plantas de cada parcela e analisadas quanto ao teor de macro e micronutrientes, para estabelecer os índices a DRIS para a cultivar Ágata. Ao final dos experimentos, os tubérculos foram colhidos, classificados, pesados e calculada a produtividade da área útil das parcelas e convertidas em kg ha⁻¹. Pode-se concluir que as doses de P₂O₅ influenciaram a produtividade de tubérculos da cultivar Ágata nas duas localidades estudadas. As doses de nitrogênio influenciaram a produtividade somente em São Gotardo e o K não influenciou a produtividade de tubérculos em nenhuma das localidades. Quanto a classificação dos tubérculos, as doses crescentes de N e P proporcionaram a produção de tubérculos de diâmetro maior, classes tipo I e II, e as doses crescentes de K diminuíram a produção de tubérculos da classe III, em São Gotardo. Em Itajubá, as doses crescentes de N aumentaram a produção de tubérculos comercial, tipo I, enquanto as doses de P₂O₅ aumentaram a produção de tubérculos do tipo II. Segundo o DRIS, a ordem de insuficiência nas áreas de alta produtividade foi: K>S>Zn>Mg=B>P>Cu>Ca>N=Mn>Fe, e a ordem de insuficiência nas áreas de baixa produtividade foi: Cu>Fe>Mg>N>Mn>B>S>P>K>Zn>Ca. Já em São Gotardo e em Itajubá a ordem de insuficiência nas áreas de alta produtividade foi: Zn>Mg>Mn=Cu=P>B>N>S=Fe>K>Ca, e a ordem de insuficiência nas áreas de baixa produtividade foi: B>Ca>Mg>Mn>Fe>N=Zn>S>P=Cu>K.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum*; nutrição; fertilidade; produção.

ABSTRACT

Productivity and quality of potato cultivar Ágata with doses of NPK

The relative fertilizer demand for the culture of the potato is the greater enters the produced cultures in Brazil, varying of 2,3 the 2,8 t ha⁻¹. Thus, the objective of this aim was to evaluate the tuber yield and quality of cultivar Ágata depending on the levels of NPK applied at planting. The experiments had been mounted and lead in the city of São Gotardo and Itajubá in Minas Gerais, in the harvest of waters of 2009 and dries of 2010, respectively. The experimental was arranged in randomized blocks design, with 5 doses and 4 repetitions for each studied nutrient, totalizing 20 plots per experiment. Three experiments were conducted simultaneously, one for each nutrient (N, P and K). In the experiment of one of the nutrients the doses of the other nutrients had been fixed in accordance with the recommendations. Doses tested were: 0, 70, 140, 210 and 240 kg ha⁻¹ of N; 0,150,300, 450 and 600 kg ha⁻¹ of K₂O and 0, 200, 400, 600 and 800 kg ha⁻¹ of P₂O₅. To the ground the five doses of the studied element were added in the plantation ridge, combined with the considered doses standard for the culture of the potato, increased of 30 kg ha⁻¹ of a source of micronutrients. At 30 DAP, the leaves were sampled from each plot and analyzed for content of macro and micronutrients to establish the DRIS indices to Ágata. At the end of the experiments the tubers were harvested, classified, weighed and calculated the productivity of the useful area of the parcels and converted into kg ha⁻¹. It can be concluded that the rates of P₂O₅ influenced the tuber yield of cultivar Agate both localities studied. Nitrogen rates affected the yield only in the Gotthard and K did not affect the tuber yield in any of the locations. Regarding the classification of the tubers, increasing doses of N and P provided the production of tubers larger diameter classes, type I and II and the increasing concentration of K decreased the tuber yield of Class III in the São Gotardo, Itajubá increasing doses N increased yield of commercial tubers, type I, while the levels of P₂O₅ increased the tuber yield of type II, and according to DRIS, the order of failure in areas of high productivity was K> S> Zn> Mg = B P => Cu> Ca> N = Mn> Fe, and the order of failure in areas of low productivity was Cu> Fe> Mg> N> Mn> B> S> P> K> Zn> Ca in the São Gotardo and Itajubá the order of failure in areas of high productivity was Zn> Mg> Cu = Mn = P> B> N> S = Fe> K> Ca, and the order of failure in areas of low productivity was B> Ca> Mg> Mn > Fe> Zn = N> S> P = Cu> K.

Key words: *Solanum tuberosum*; nutrition; fertility; production.

1 INTRODUÇÃO

A batata é entre as olerícolas, a cultura mais importante no Brasil e no mundo, devido ao seu cultivo complexo, seu ciclo curto, produtividade elevada e altamente exigente em nutrientes, sendo adubação prática essencial na determinação da qualidade e quantidade de tubérculos produzidos (FILGUEIRA, 2003).

Na região sudeste, o ciclo da cultura da batata compreende em torno de 110 dias, do plantio ao complemento secamento da cultura. A colheita é única, realizada cerca de 70 a 90 dias após a emergência das plantas no campo, sendo esta dependente de fatores como, temperatura, época do ano, densidade de plantio, idade fisiológica e sanidade dos tubérculos semente, umidade e sanidade do solo durante o ciclo da cultura e fertilização.

A extração de nutrientes do solo é variável, de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta, diferentes cultivares, tubérculos-sementes, produção esperada, temperatura, umidade, luminosidade, época de plantio, tratamentos culturais aplicados, adubos utilizados, formas de aplicação, quantidade de nutrientes absorvidos e exportados pelos tubérculos (FONTES, 2005). Estes fatores são de extrema importância para que seja realizado um programa correto de adubação.

Macro e micronutrientes, especialmente, P e K, influem decisivamente na produção de culturas. Para a batateira, a análise de solo não serve apenas como uma única orientação, haja visto inúmeras contradições e pouca relação com o nível de fertilidade do solo (CONSORTE, 2001).

Para a obtenção de altas produtividades de tubérculos, é necessário o uso de doses adequadas de fertilizantes no plantio e na cobertura. Atualmente, a batata é a cultura que apresenta maior taxa de aplicação de fertilizantes, 1940 kg ha⁻¹, valor este superior 5,7 vezes ao que é utilizado na cultura da soja, 338 kg ha⁻¹ (ANDA, 2000).

Dentre as cultivares atualmente cultivadas no país, a cultivar Ágata se destaca devido à sua alta produtividade.

Originada do cruzamento entre Bohm 52/72 e Sirco e lançada na Holanda em 1990, a cultivar possui maturação precoce a muito precoce, propicia alto rendimento, tubérculos com teor muito baixo de massa seca, qualidade consistente e não apresenta mudança da cor da polpa dos tubérculos após cozimento. Os tubérculos são ovais, casca amarela e predominantemente lisa, polpa de cor amarelo-claro e olhos superficiais (ABBA, 2009).

Devido às suas características de precocidade, produtividade e excelente apresentação dos tubérculos, já em 1999, ano de seu registro no Brasil, integrava a lista de variedades de nove países europeus. Desde então, tem sido a variedade de mais rápido crescimento em importância na bataticultura brasileira, ocupando hoje a segunda posição em área (ABBA, 2009).

O sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) foi desenvolvido como uma ferramenta de diagnóstico nutricional a partir de trabalhos com seringueiras (*Hevea brasiliensis*), nas décadas de 50 e 60 (BEAUFILS, 1973), e sua aplicação em larga escala tem sido feita nas espécies agrícolas, principalmente, nos cereais e nas oleaginosas.

Em hipótese, o DRIS consiste de um sistema de análise que, por considerar o equilíbrio entre os nutrientes no processo de diagnóstico nutricional, seria menos afetado por efeitos de diluição e de concentração. Em razão disto, as normas DRIS teriam maior independência das condições locais que os padrões gerados por curvas de calibração.

O DRIS apresenta como vantagem a possibilidade de identificar a ordem de limitação nutricional (BATAGLIA et al., 1992), permitindo agrupar os nutrientes desde o mais limitante por deficiência até aquele que está em níveis excessivos. Facilmente identifica-se a necessidade de um nutriente que não está sendo utilizado na prática ou o está sendo em níveis infra-ótimos (o mais limitante), como também os nutrientes que estejam em excesso.

A interpretação do DRIS é baseada na obtenção de índices estudantizados para cada nutriente, obtidos estes de funções das relações (quocientes) entre os teores dos nutrientes. Índices DRIS positivos indicam excesso e índices DRIS negativos indicam deficiência, enquanto que índices DRIS iguais a, ou próximos a zero, indicam equilíbrio nutricional. No Brasil, trabalhos recentes com DRIS têm incluído todas as relações possíveis entre os nutrientes no cálculo dos índices (BATAGLIA; SANTOS, 1990; LEITE, 1993).

Contudo, o objetivo deste estudo foi avaliar a produtividade e qualidade de tubérculos de batata cultivar Ágata, em função das doses N, P e K aplicadas no sulco de plantio.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e instalação

Os experimentos foram instalados e conduzidos nos municípios de São Gotardo (19°29'59"S e 46°06'05"O) e Itajubá (22°25'20"S 45°27'14"O) no estado de Minas Gerais, utilizando a cultivar Ágata, destinada ao consumo *in natura*, sendo colhidos os tubérculos cerca de 90 dias após o plantio, quando as áreas atingiram o ponto de colheita comercial. Em São Gotardo, o plantio foi realizado em área cedida pela COOPADAP, (Cooperativa do Alto Paranaíba), instalado em 21 de janeiro de 2009, e colhido em 22 de abril de 2009. Em Itajubá, o plantio foi realizado em área cedida por produtor da região, instalado em 13 agosto e colhido em 05 de dezembro de 2010.

A análise química do solo, realizada na profundidade de 0-20 cm, em São Gotardo e Itajubá, antes do plantio, foi determinada segundo método descrito pela EMBRAPA (1999) e apresentou os seguintes resultados: $P = 25 \text{ mg dm}^{-3}$; $K = 0,29 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{pH} = 5,0$; $\text{Ca}^{2+} = 4,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{2+} = 0,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{Al}^{+3} = 0,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $T = 10,93 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{SB} = 5,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $P = 164 \text{ mg dm}^{-3}$; $K = 0,44 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{pH} = 5,6$; $\text{Ca}^{2+} = 3,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{2+} = 0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{Al}^{+3} = 0,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $T = 7,34 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{SB} = 3,94 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente

Os solos nas duas áreas cultivadas eram Latossolos vermelho-amarelo distrófico (LVAd) e Latossolo vermelho distrófico (LVd), com textura argilosa.

São Gotardo possui clima tropical de altitude, sendo a temperatura mínima registrada nos meses de junho, julho e agosto de 10°C , e os maiores índices pluviométricos entre os meses de novembro a dezembro, com média de 300 mm mensais. Durante a condução do experimento, a precipitação foi de 122,5 mm acumulados.

Situada nos limites meridionais da zona intertropical, Itajubá possui influência da elevada altitude da região sendo, o clima do tipo tropical e temperado, a precipitação pluviométrica média de 1.409,5 mm ao ano e a temperatura média anual de 17°C . Durante a condução do experimento, a precipitação foi de 199,6 mm acumulados.

2.2 Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 5 doses e 4 repetições para cada nutriente estudado. Foram conduzidos simultaneamente três experimentos, sendo um para cada nutriente (N, P e K).

Cada experimento tinha no total 20 parcelas, sendo que cada parcela era constituída por 6 linhas, espaçadas 0,75 m entre linhas, com 6 m de comprimento, totalizando 27m² de área total por parcela. As avaliações foram realizadas nas duas linhas centrais, que compreendiam a área útil da parcela, desprezando duas linhas de cada lado dos blocos e meio metro inicial e final de cada bloco, que eram as bordaduras, tendo como área útil da parcela 7,5m².

No experimento de um dos nutrientes, as doses dos demais foram fixadas de acordo com as recomendações da Comissão de fertilidade dos solos de Minas Gerais (CFSMG, 1999), que é de 140 kg ha⁻¹ de N, 400 kg ha⁻¹ P₂O₅ e 300 kg ha⁻¹ de K₂O (Tabela 2).

TABELA 2. Doses de N, P e K utilizadas e aplicadas no sulco de plantio, para as cultivares testadas. Uberlândia-MG, 2011.

N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Doses em kg ha ⁻¹		
0	0	0
70	200	150
140	400	300
210	600	450
280	800	600

No solo, foram adicionadas no sulco de plantio as cinco doses do elemento estudado, combinadas com as doses recomendadas pela Comissão de fertilidade dos solos de Minas Gerais (CFSMG, 1999), acrescidas de 30 kg ha⁻¹ de uma fonte de micronutrientes composta por 2,7 % de Ca (cálcio), 8,2% de S (enxofre), 12 % de Zn (zinco) e 6% de B (boro).

As fontes de NPK utilizadas foram: fonte de fósforo (P₂O₅), na forma de Super fosfato simples, com 17% de P₂O₅; fonte de nitrogênio (N), na forma de Uréia com 43% de N, e fonte de potássio (K), na forma de Cloreto de potássio, com 57% de K₂O.

As doses de N foram parceladas, sendo 20% das doses aplicadas no sulco no momento do plantio e 80% das doses aplicadas em cobertura, juntamente quando da realização da amontoa.

A calagem, quando necessária, foi efetuada de acordo com os resultados das análises de solos e recomendadas de acordo com a CFSMG (1999). Ao solo, foi incorporado o calcário dolomítico (MgO=16%, CaO=33%, PRNT= 85%), e após a

incorporação do calcário e na ocasião do plantio foi adicionado no sulco de plantio as cinco doses do elemento estudado.

2.3 Instalação e condução do experimento

O preparo do solo foi realizado de acordo com o recomendado para a cultura da batata, por meio de uma aração seguida de gradagem destorroadora/niveladora e, posteriormente, abertura dos sulcos.

A adubação foi realizada de forma manual, sendo incorporada posteriormente no sulco de plantio, onde foram plantadas as batatas sementes da cultivar Ágata do tipo I (tubérculos com diâmetro de 50 a 60 mm).

Cerca de 30 dias após o plantio (DAP), foi feita a amontoa, onde 80% das doses de N foram adicionadas em cobertura e incorporadas.

O sistema de irrigação empregado foi o de pivô central, em São Gotardo, Serra do Salitre e Perdizes, e auto-propelido, em Itajubá. As plantas receberam, aproximadamente, 500 mm durante o ciclo, ficando próximo do volume de água indicado para cultura, que varia de 450 a 550 mm.

O tratamento fitossanitário foi o mesmo usado na lavoura comercial, sendo aplicados apenas produtos registrados para a cultura da batata e nas doses recomendadas. Foram feitas cerca de 18 pulverizações, durante todo o ciclo da cultura, nas áreas estudadas desde o plantio até a colheita.

2.4 Características avaliadas

2.4.1 Teor foliar de macro e micronutrientes

Foi realizada, cerca de 50 dias após o plantio (DAP), a amostragem de folha, que consistiu na coleta do terceiro trifólio completamente desenvolvido, onde 20 folhas foram coletadas por parcela, acondicionadas em sacos de papel e encaminhadas ao laboratório de análise da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). As amostras de tecido foliar foram compostas por folhas completas (limbo+pecíolo), segundo o preconizado por CFSEMG (1999).

As amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar ($65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$). Após a secagem, foram moídas e submetidas à determinação química dos nutrientes, conforme metodologia proposta em EMBRAPA (1999).

Avaliaram-se os teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco.

Para o cálculo do DRIS, a população de alta produtividade (ou população de referência) constituiu-se das áreas cujas produtividades foram maiores que 50 t ha^{-1} para os experimentos de São Gotardo, 25 t ha^{-1} para os experimentos de Itajubá, 28 t ha^{-1} para os experimentos Serra do Salitre de 22 t ha^{-1} os experimentos de Perdizes.

O banco de dados foi separado em uma população de alta e outra de baixa produtividade, para estabelecimento das normas DRIS.

Os cálculos das normas, dos índices DRIS, do IBN e do Balanço Nutricional (IBN) foram feitos utilizando-se a planilha DRIS e o software Microsoft Excel, empregando-se para os cálculos o método original proposto por Beaufils (1973).

Com a fórmula do DRIS, calcularam-se índices relativos para os nutrientes que são negativos ou positivos, cuja soma será igual a zero. Os índices negativos e positivos indicam deficiência e excesso, respectivamente, e números próximos a zero indicam teores adequados. Após o cálculo do índice de cada nutriente (IN, IP, ...), foi estabelecido o índice de balanço nutricional (IBN).

2.4.2 Produtividade de tubérculos

Ao final dos experimentos, os tubérculos foram colhidos, pesados e calculada a produtividade da área útil das parcelas, convertida em kg ha^{-1} .

2.4.3 Classificação dos tubérculos

Ao final dos experimentos, os tubérculos foram colhidos, pesados e classificados de acordo com sua destinação, comércio *in natura*.

A classificação foi feita de acordo com o diâmetro dos tubérculos e com as características da espécie.

Para a cultivar Ágata, em São Gotardo e em Itajubá, os tubérculos foram classificados em: tipo I (42-70mm), II (33-42mm), III (28-33mm) e IV (até 28mm) e descarte, sendo o tipo I considerado o tubérculo comercial.

2.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância para verificar a existência de diferenças entre os tratamentos. Para a comparação das médias, aplicou-se o teste de F, a 5%, e submetidos à análise de regressão polinomial. Para as análises, foi utilizado o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Produtividade de tubérculos da cultivar Ágata

3.1.1 Efeito das doses crescentes de fósforo na produção total de tubérculos

A produtividade de tubérculos da cultivar Ágata, utilizada em São Gotardo e Itajubá, apresentou variação significativa (tabela 3).

TABELA 3. Resumo do quadro de análise de variância, para produtividade da cultivar Ágata, em função das doses de P_2O_5 , aplicadas no sulco de plantio, em São Gotardo e Itajubá, 2011.

F.V	G.L	F calculado
São Gotardo		
P_2O_5	4	17,683 *
Bloco	3	---
Resíduo	12	
C.V %	6,83	
Itajubá		
P_2O_5	4	7,838*
Bloco	3	--
Resíduo	12	
C.V %	17,14	

*significativo, ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

Os resultados de produção, em São Gotardo, apresentaram ajuste quadrático, em função das doses de P_2O_5 (figura 1).

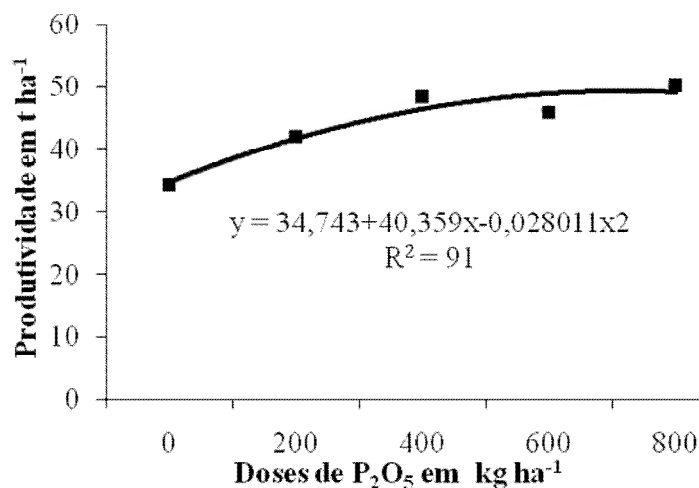


FIGURA 1. Produtividade de tubérculos de batata cultivar Ágata, em função das doses de P_2O_5 aplicadas no sulco de plantio, em São Gotardo, 2011.

A máxima produção ($49,3 \text{ t ha}^{-1}$) foi obtida com a dose de 720 kg ha^{-1} de P_2O_5 .

Segundo Malavolta *et al.* (1997), a máxima produção econômica, ou simplesmente, produção econômica, equivale à 90% da máxima produção. Assim, para o modelo matemático ajustado de produção de tubérculos, em São Gotardo, em função das doses de P_2O_5 , a produção econômica ($44,3 \text{ t ha}^{-1}$) foi obtida com a dose de $282,26 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ isso equivale a uma econômica de $437,7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$.

Para os dados de produção em Itajubá, foi observada diferença significativa na produtividade de tubérculos, em função das doses de P_2O_5 utilizadas no sulco de plantio (figura 2), sendo esta diferença ajustada ao modelo linear, onde conforme aumentou-se a dose de P_2O_5 , maior foi a produtividade obtida. A diferença de produtividade entre a menor e a maior dose de P_2O_5 aplicada ao solo (0 e $800 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$) foi de aproximadamente 50%, passando de 17 t ha^{-1} de tubérculos produzidos a 33 t ha^{-1} .

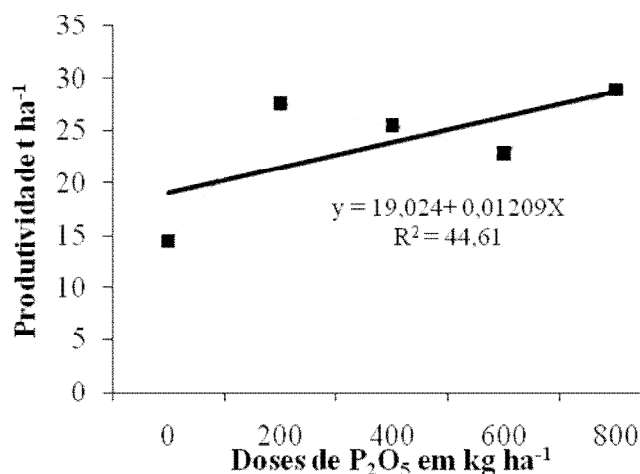


FIGURA 2. Produtividade de tubérculos de batata da cultivar Ágata, em função das doses de P_2O_5 aplicadas no sulco de plantio, em Itajubá, 2011.

A cultura da batata responde, em termos de rendimento, às doses de P muito superiores que aquelas adotadas para as culturas anuais em geral. O efeito do fósforo, já descrito por Filgueira (1982), estimula a tuberização, aumenta a incidência de tubérculos graúdos e regula a produção.

Santos *et al.* (2009) observaram aumento de produtividade com doses crescentes de P_2O_5 , verificando que a ausência de adubação fosfatada limitou drasticamente a produtividade da batateira, diferença entre a testemunha e a concentração máxima de aproximadamente $16,5 \text{ t ha}^{-1}$.

Mallmann *et al.* (2007) verificaram, com o uso do superfosfato simples, que a dose de 840 kg ha⁻¹ de P₂O₅ proporcionou a maior produtividade.

Nava *et al.* (2007) verificaram que o fósforo foi o nutriente que promoveu o maior incremento da produção de tubérculos, sendo a máxima produtividade obtida com a dose 690,0 kg ha⁻¹ de P₂O₅, com uma diferença de 25 t ha⁻¹ em relação a testemunha.

Fontes *et al.* (1987) verificaram aumento de produção com o aumento da quantidade aplicada de fósforo. A ausência de adubação e o excesso de fertilizante fosfatado causaram redução no número de tubérculos por planta.

A diferença de produtividade obtida entre as duas localidades estudadas, deve-se a época de semeadura, pois, em São Gotardo, os tubérculos foram semeados na safra das águas e, em Itajubá, semeada na safra da seca. A produtividade entre as safras de batata produzidas no Brasil apresentam diferenças, sendo a safra das águas a que apresenta maior produtividade, quando comparada com as demais safras: seca e inverno.

Segundo Reis Jr. e Monnerat, (2001), estima-se que para uma produtividade de 30 t ha⁻¹ de tubérculos, têm-se exportações aproximadas de 120 kg de potássio (K), 100 kg de nitrogênio (N) e 14 kg de fósforo.

Jenkins e Ali (1999) observaram alta resposta da batata à adubação fosfatada e também observaram diferenças entre os cultivares, sendo que aqueles com sistema radicular limitado possuíam baixa capacidade de explorar os nutrientes do perfil do solo.

Os resultados obtidos evidenciam que a cultura da batata responde, em termos de rendimento, à doses de P muito superiores que aquelas adotadas para as culturas anuais em geral. O sistema radicular pequeno e superficial e o ciclo curto da cultura podem estar relacionados com a alta exigência em P para a batata.

3.1.2 Efeito das doses crescentes de nitrogênio na produção total de tubérculos

A produtividade de tubérculos da cultivar Ágata, em São Gotardo apresentou variação significativa e, em Itajubá, não foi verificada significância (tabela 4).

O resultado de produção, em São Gotardo, apresentou ajuste ao modelo quadrático, em função das doses de N testadas (figura 3)

A máxima produção, 47,65 t ha⁻¹ de tubérculos, foi obtida com a dose de 219 kg ha⁻¹ de N.

TABELA 4. Resumo do quadro de análise de variância, para produtividade da cultivar Ágata, em função das doses de N, aplicadas no sulco de plantio, em São Gotardo e Itajubá, 2011.

F.V	G.L	F calculado
São Gotardo		
N	4	35,050 *
Bloco	3	--
Resíduo	12	
C.V %	5,30	
Itajubá		
N	4	1,562 ^{ns}
Bloco	3	--
Resíduo	12	
C.V %	26,12	

*significativo, ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

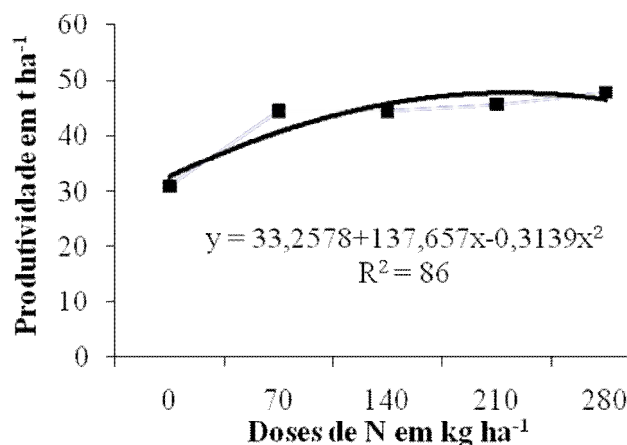


FIGURA 3. Produtividade de tubérculos de batata da cultivar Ágata, em função das doses de N aplicadas no sulco de plantio, em São Gotardo, 2011.

Feltran (2005) encontrou produtividade média de tubérculos de batata na cultivar Ágata de, aproximadamente, 40.351 kg ha⁻¹, obtida com a aplicação de 1643 kg ha⁻¹ da formulação 8-28-16.

Carvalho *et al.* (2003) avaliaram a produtividade e qualidade de tubérculos de cultivares de batata adubadas com 3 t ha⁻¹ da formulação 4-30-16 e 300 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio em cobertura e obtiveram produtividade de 40.890 kg ha⁻¹, na cultivar Achat.

A produtividade obtida no experimento foi maior do que a encontrada nos trabalhos citados, e essa resposta pode ser devido ao crescimento vigoroso das plantas,

proporcionado pela adubação mineral, aliados à adubação recebida pela cultura durante seu desenvolvimento no campo.

Cardoso (2007), estudando a qualidade e a produtividade de tubérculos de batata, com e sem parcelamento da adubação nitrogenada, também não verificou diferença significativa entre as doses de N estudadas (105, 140 e 175 kg ha⁻¹ de N) na produtividade de tubérculos.

Como a disponibilidade de N no solo é altamente dependente do teor de matéria orgânica (M.O.) e de sua taxa de mineralização, a atividade microbiana do solo é quem determina a taxa de mineralização e que, por sua vez, é dependente da temperatura, aeração e umidade do solo, entre outros fatores. Assim, os teores iniciais de M.O. presentes no solo podem ter influenciado nos resultados obtidos pelo estudo.

Nos estados do centro-sul do Brasil, a dose de N recomendada varia de 60 a 250 kg ha⁻¹ (FONTES, 1997). Contudo, o excesso de nitrogênio causa nas plantas alto desenvolvimento vegetativo e atraso na tuberização (THOMPSON-JOHNS et al., 1998).

Em trabalho realizado por Bélanger *et al.* (2000), em quatro localidades e por três anos consecutivos, as doses de N que proporcionaram as máximas produtividades variaram entre 158 e 223 kg ha⁻¹ de N. Já para a máxima produção comercial, as melhores doses de N variaram entre 151 e 250 kg ha⁻¹ (BÉLANGER et al., 2000).

Busato (2007), estudando a produtividade de tubérculos de batata em função das doses de nitrogênio, encontrou efeito das doses de N estudadas sobre a massa fresca ou produção total de tubérculos, em todas as cultivares analisadas, porém, não foi observado efeito sobre o número de tubérculos produzidos e número de tubérculos comerciais. Ressalta-se que as doses de 175,45; 168,17; 193,18; 212,22 kg ha⁻¹ de N proporcionaram as máximas produtividades de 33,3; 33,06; 25,93; 32,3 t ha⁻¹, para as cultivares Atlantic, Ágata, Monalisa e Asterix, respectivamente.

Devem ser evitadas doses muito altas de N, principalmente as aplicadas tardiamente, que induziriam a planta a produzir folhas em demasia e a alongar seu crescimento e maturação.

É certo que maior precisão será alcançada quando conhecermos a capacidade do solo de fornecer N, a exata demanda da cultivar e a eficiência de utilização do adubo nitrogenado.

3.1.3 Efeito das doses crescentes de potássio na produção total de tubérculos

Para as doses de K_2O estudadas, não foram observadas diferenças entre estas e as produtividades obtidas de tubérculos, em nenhuma das localidades estudadas (tabela 5).

TABELA 5. Resumo do quadro de análise de variância, para produtividade da cultivar Ágata, em função das doses de K, aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.

F.V	G.L	F calculado
São Gotardo		
K	4	0,747 ^{ns}
Bloco	3	--
Resíduo	12	
C.V %	13,65	
Itajubá		
K	4	0,985 ^{ns}
Bloco	3	--
Resíduo	12	
C.V %	15,37	

*significativo, ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

Provavelmente, devido aos teores de K encontrados no solo no plantio, cerca de 113,1 e 163,8 $mg\ dm^{-3}$ para São Gotardo e Itajubá, respectivamente, serem suficientes para satisfazer as condições necessárias para a produtividade de tubérculos. Cardoso (2007) também não encontrou resultado significativo para produtividade média de tubérculos com o aumento das doses utilizadas.

Segundo a CFSMG (1999), teores de K em $mg\ dm^{-3}$ entre 71-120, são considerados bons e, acima de 120, considerados muito bom. Assim, a recomendação de K_2O para a cultura da batata não é sugerida, uma vez que o solo dispõe das necessidades recomendadas para a cultura.

Panique *et al.* (1997) também não observaram aumento no rendimento de tubérculos, quando os teores de K trocável no solo estavam na faixa de 120 a 185 $mg\ kg^{-1}$. Assim, mesmo considerando-se uma expectativa de alta produtividade, similar à produção obtida no presente trabalho, a adubação potássica pode ser desnecessária, quando o teor inicial de K trocável do solo é elevado.

Reis (2008), estudando doses (0, 200, 400 e 600 $kg\ ha^{-1}$ de K) e fontes de adubos potássicos, cloreto de potássio e sulfato de potássio, verificou diferença significativa na produtividade de tubérculos de cultivar Ágata, apenas na doses de 400 $kg\ ha^{-1}$, quando

comparado a testemunha, não sendo observada diferença de produtividade entre as doses de 200, 400 e 600 kg ha⁻¹ de K.

Cardoso (2007), avaliando o parcelamento de N e K, verificou efeitos significativos das concentrações de potássio sobre o número de tubérculos graúdos por planta das cultivares Vivaldi e Ágata, sendo que para a Ágata a melhor dose foi de 280 kg ha⁻¹ de K₂O, com uma média de 7 tubérculos graúdos por planta.

Feltran (2005) encontrou a máxima produtividade de tubérculos na cultivar Ágata, de aproximadamente 40.351 kg ha⁻¹, obtida com a aplicação de 262 kg ha⁻¹ de potássio, e apesar de Mallmann (2001) ter encontrado a máxima produtividade de tubérculos na dose de 480 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizando a fonte KCl, observou um decréscimo na produtividade com o incremento da dose.

Segundo Reis Júnior (1996), a aplicação de doses crescentes de K na cultura da batata aumentou a disponibilidade do nutriente no solo, assim como a quantidade de matéria seca na planta de batata com a adubação potássica residual. Embora o K seja exigido em alta quantidade, quando em dose excessiva, pode reduzir a produção de tubérculos, por interferir no equilíbrio eletroquímico das células, o que afeta a absorção e a disponibilidade fisiológica de Ca²⁺ e Mg²⁺ (REIS JUNIOR et al., 1999).

Os resultados encontrados neste trabalho podem ser devido às condições físico-químicas do solo, que inicialmente apresentava teores de K no solo em torno de 226,2 kg ha⁻¹ de K., na camada arável de 0-20 cm, em São Gotardo e Itajubá, respectivamente.

4.2 Classificação de tubérculos

4.2.1 Efeito das doses crescentes de fósforo na classificação de tubérculos

A classificação dos tubérculos de batata é a separação do produto em lotes homogêneos. Utilizar a classificação é utilizar a linguagem do mercado e de toda cadeia produtiva. No beneficiamento, a classificação é importante, pois se determina o destino final dos tubérculos.

Com relação à classificação dos tubérculos em Tipo I, Tipo II, Tipo III, Tipo IV e descarte, verifica-se, na tabela 6, que apenas para os tipos I e tipos II, observou-se diferença significativa na produção de tubérculos, em função das doses de P₂O₅

utilizadas. Fato este desejado, visto que os tubérculos do tipo I são comercializados com maior valor, gerando maior renda ao produtor.

Para a localidade de Itajubá, somente foi verificada diferença significativa para a classe de tubérculos do tipo II (tabela 6).

TABELA 6. Resumo do quadro de análise de variância, para classificação da cultivar Ágata, em função das doses de P_2O_5 , aplicadas no sulco de plantio, em São Gotardo e Itajubá, 2011.

São Gotardo						
FV	GL	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV	Descarte
P_2O_5	4	7,431 *	4,445 *	0,160 ^{ns}	2,830 ^{ns}	0,200 ^{ns}
Bloco	3	-	-	-	-	-
Resíduo	12	-	-	-	-	-
C.V	--	17,69	14,92	37,89	20,10	44,00
Itajubá						
P_2O_5	4	2,859 ^{ns}	11,763 *	1,903 ^{ns}	2,523 ^{ns}	0,889 ^{ns}
Bloco	3	-	-	-	-	-
Resíduo	12	-	-	-	-	-
C.V	--	113,00	20,25	33,89	25,89	97,00

*significativo, ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

Na figura 4, pode-se observar a produtividade crescente de tubérculos do tipo I, em função das doses de P_2O_5 utilizadas.

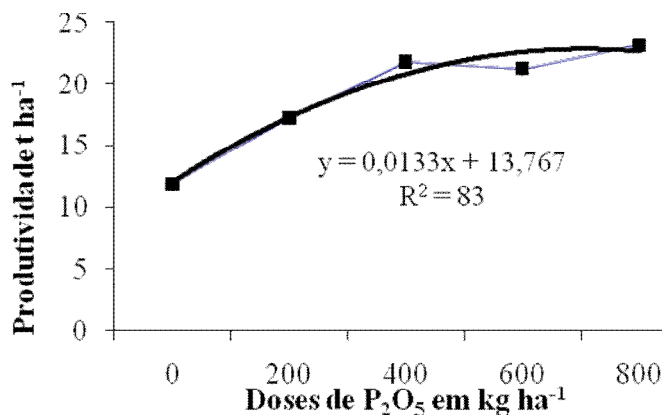


FIGURA 4. Produtividade de tubérculos do Tipo I, em função das doses de P_2O_5 aplicadas no sulco de plantio, em São Gotardo, 2011.

Na figura 5, observa-se a produtividade crescente de tubérculos do tipo II, em função das doses de P_2O_5 utilizadas, mesmo que em quantidade menores daquelas obtidas pelo tipo I. Fato este esperado, uma vez que é desejada a produção em maior número de tubérculos do tipo I. Sendo observada significância também para esta classe de tubérculos produzidas em Itajubá (figura 6).

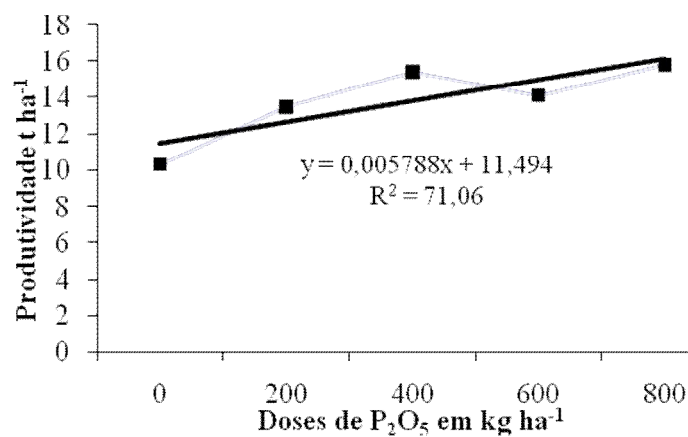


FIGURA 5. Produtividade de tubérculos do Tipo II, em função das doses de P_2O_5 aplicadas no sulco de plantio, em São Gotardo, 2011.

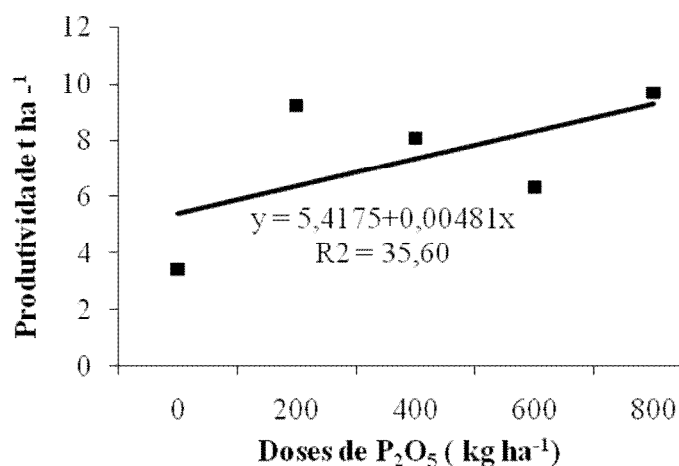


FIGURA 6. Produtividade de tubérculos do Tipo II, em função das doses de P_2O_5 aplicadas no sulco de plantio, em Itajubá, 2011.

Verifica-se, contudo, que a classificação foi afetada pelas doses de P_2O_5 aplicadas, e que a produtividade de tubérculos da classe tipo II foi menor do que aquela observada na classe tipo I, principalmente em São Gotardo, onde na classe tipo I a produtividade máxima foi de $22\ t\ ha^{-1}$ e da classe tipo II de $15\ t\ ha^{-1}$.

3.2.2 Efeito das doses crescentes de nitrogênio na classificação de tubérculos

Na tabela 7, estão apresentadas as produtividades nas classes tipo I, II, III, IV de descarte nas diferentes doses de N testadas. Pode-se notar que os tubérculos classificados como tipo I e II foram influenciados pelas doses crescentes de N aplicadas ao solo no plantio, em São Gotardo, em Itajubá, apenas a classe do tipo I apresentou diferença significativa.

TABELA 7. Resumo do quadro de análise de variância, classificação da cultivar Ágata, em função das doses de N aplicadas no sulco de plantio, em São Gotardo e Itajubá, 2011.

FV	GL	São Gotardo				
		Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV	Descarte
N	4	5,596*	3,269*	1,102 ^{ns}	5,675 ^{ns}	2,995 ^{ns}
Bloco	3	-	-	-	-	-
Resíduo	12	-	-	-	-	-
C.V	--	21,84	19,12	28,09	24,73	29,30
FV	GL	Itajubá				
		Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV	Descarte
N	4	5,500*	1,944 ^{ns}	0,389 ^{ns}	2,383 ^{ns}	2,100 ^{ns}
Bloco	3	-	-	-	-	-
Resíduo	12	-	-	-	-	-
C.V	--	90,00	48,00	26,96	24,80	87,00

*significativo, ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

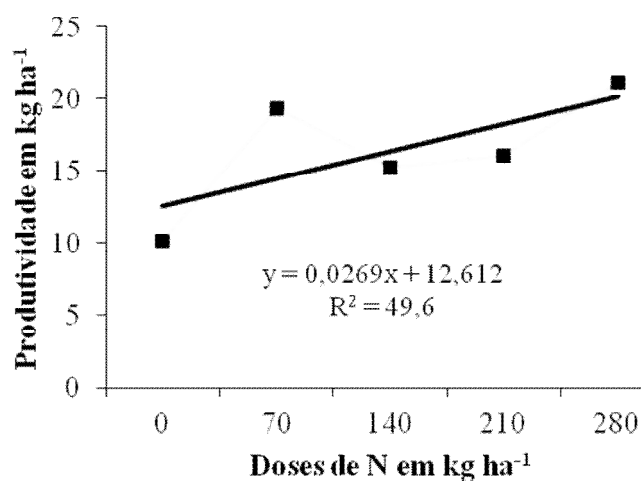


FIGURA 7. Produtividade de tubérculos do Tipo I, em função das doses de N aplicadas no sulco de plantio, em São Gotardo, 2011.

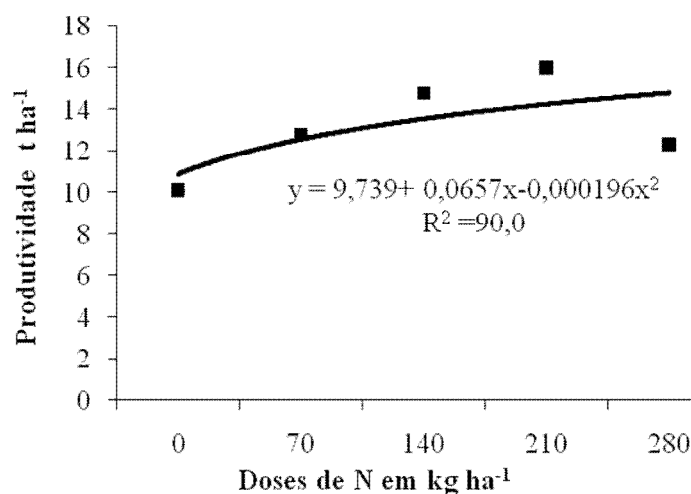


FIGURA 8. Produtividade de tubérculos do Tipo II, em função das doses de N aplicadas no sulco de plantio, em São Gotardo, 2011.

Sangoi e Kruse (1999), avaliando doses de fósforo (200, 400, 600 e 800 kg ha⁻¹ de P₂O₅), nitrogênio (50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de N) e potássio (100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de K₂O), constataram que quantidades mais elevadas de N, P e K estimularam a produção de tubérculos com maior diâmetro. O que pode ser confirmado neste estudo, uma vez que, em função das doses de N aplicadas ao solo, nas duas localidades estudadas, foi verificada maior produtividade de tubérculos com diâmetro maior (tipo I) nas doses mais altas de N.

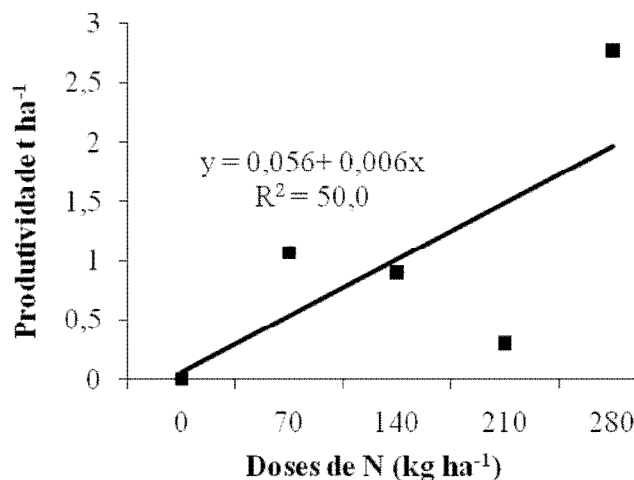


FIGURA 9. Produtividade de tubérculos do Tipo I, em função das doses de N aplicadas no sulco de plantio, em Itajubá, 2011.

3.2.3 Efeito das doses crescentes de potássio na classificação de tubérculos

De acordo com a tabela 8, em função das doses de K_2O aplicadas no sulco de plantio, nota-se que houve diferença significativa apenas para a classe de tubérculos do tipo III, em São Gotardo. Em Itajubá, não foi verificada diferença significativa nas classes de tubérculos, em função das doses de K_2O estudadas.

TABELA 8. Resumo do quadro de análise de variância, da classificação da cultivar Ágata, em função das doses de K_2O aplicadas no sulco de plantio, em São Gotardo e Itajubá, 2011.

São Gotardo						
FV	GL	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV	Descarte
K_2O	4	1,445 ^{ns}	0,605 ^{ns}	3,430 [*]	1,441 ^{ns}	0,531 ^{ns}
Bloco	3	-	-	-	-	-
Resíduo	12	-	-	-	-	-
C.V	--	17,89	14,70	16,59	38,50	39,80
Itajubá						
K_2O	4	2,037 ^{ns}	0,967 ^{ns}	0,998 ^{ns}	1,597 ^{ns}	1,174 ^{ns}
Bloco	3	-	-	-	-	-
Resíduo	12	-	-	-	-	-
C.V	--	125,00	43,58	18,05	21,00	212,00

*significativo, ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

Verifica-se, na figura 10, que houve uma redução na produção de tubérculos de classe tipo III a medida que as doses de K_2O aumentaram. Essa resposta pode ser devido a presença do íon Cl no adubo utilizado no plantio, pois pesquisas mostram que o Cl em excesso afeta negativamente a qualidade dos tubérculos com menor acúmulo de matéria seca (PAULETTI; MENARIM, 2004).

Embora o K seja exigido em alta quantidade, quando em dose excessiva, pode reduzir a produção de tubérculos, por interferir no equilíbrio eletroquímico das células, o que afeta a absorção e a disponibilidade fisiológica de Ca^{2+} e Mg^{2+} (REIS JUNIOR et al., 1999).

A recomendação de adubação potássica para a cultura é de aproximadamente 220 kg ha⁻¹, e níveis excessivos de K podem interferir no crescimento e produtividade de tubérculos, ocasionados por distúrbios nutricionais decorrentes do antagonismo, entre cátions, especialmente Ca e Mg.

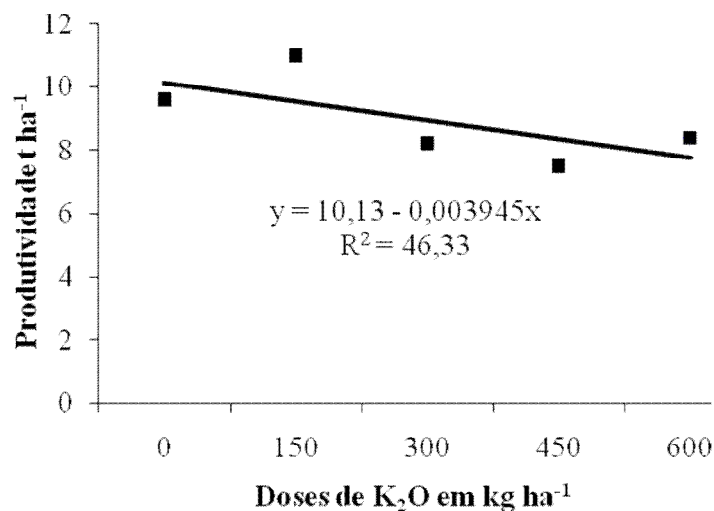


FIGURA10. Produtividade de tubérculos do Tipo III, em função das doses de K₂O aplicadas no sulco de plantio, em São Gotardo, 2011.

Cardoso (2007) não obteve diferença significativa para a cultivar Ágata, quanto aos quatro tipos de classificação de tubérculos, ao estudar diferentes parcelamentos e concentrações de nitrogênio e potássio.

Reis (2008) também não encontrou diferenças significativas para as classes de tubérculos estudadas, em função das fontes e concentrações de adubação potássica utilizadas.

3.3 Avaliação do estado nutricional

3.3.1 Diagnose nutricional

De acordo com a tabela 9, pode-se observar a média de produtividade do grupo classificado como de alta produtividade e baixa produtividade e os teores médios encontrados dos nutrientes avaliados no tecido foliar da cultura da batata, cultivar Ágata, em São Gotardo e Itajubá.

TABELA 9. Teores médios de nutrientes foliares e produtividade da população de alta produtividade e de baixa produtividade de batata da cultivar Ágata, em São Gotardo e Itajubá, 2011.

Produtividade	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	dag kg⁻¹							mg kg⁻¹			
<i>Acima de 50 t ha⁻¹</i>											
52.092	42,	2,3	47,5	15,3	4,8	2,9	21,3	18,5	176,0	227,3	354,3
<i>Acima de 25 t ha⁻¹</i>											
28.000	46,4	2,8	40,7	20,6	3,4	3,1	17,6	18,6	369,5	639,8	117,8
<i>Abaixo de 50 t ha⁻¹</i>											
43.599	43,5	2,5	48,3	14,9	4,7	2,9	22,1	15,7	171,8	217,8	383,5
<i>Abaixo de 25 t ha⁻¹</i>											
21.000	46,9	2,6	41,1	19,2	3,1	2,9	16,8	19,3	348,6	637,7	127,4

Os tratamentos que obtiveram médias classificadas como de alta produtividade, ou seja, que produziram mais que 50 t ha⁻¹ de tubérculos de batata, em São Gotardo, foram os tratamentos que receberam como adubação no sulco de plantio as doses de 0, 450, 300 e 150 kg ha⁻¹ de K₂O (tabela 10). Em Itajubá os tratamentos que obtiveram as maiores médias, ou seja, que produziram mais de 25 t ha⁻¹, foram os tratamentos 0 kg ha⁻¹ de K₂O, 70 kg ha⁻¹ de N, 280 kg ha⁻¹ de N, 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 800 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Os índices DRIS de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn (tabela 12), que apresentam valores negativos (-), indicam deficiências, e os que apresentam valores positivos (+), indicam excesso de nutrientes, em relação aos demais. Os valores variaram entre os tratamentos do experimento, mostrando que os tratamentos de adubação afetaram significativamente a nutrição e, conseqüentemente, a produção da cultura.

A relação entre o equilíbrio nutricional e a produtividade é evidente. Os valores dos índices DRIS (tabela 10) para o grupo de alta produtividade apresentam-se em valores menores daqueles do grupo de baixa produtividade. Isso é devido que quando

mais próximo de zero estiver o valor do índice, mais equilibrado estará o teor do nutriente em relação aos demais.

A comparação do equilíbrio nutricional entre os tratamentos foi feita pelo índice de balanço nutricional (IBN), que é a soma dos valores absolutos, em módulo, dos índices DRIS (tabela 10); quanto menor seu valor, melhor é o equilíbrio nutricional da lavoura. Quanto maior for o valor do IBN, maior a intensidade de desequilíbrio entre os nutrientes. Assim, neste caso, observa-se que os tratamentos do grupo de alta produtividade apresentaram-se com melhor equilíbrio nutricional que o grupo de baixa produtividade.

Dentro do grupo de alta produtividade, em São Gotardo, observa-se que o tratamento com a dose de 150 kg ha^{-1} de K_2O apresentou IBN de 7,65, o mais baixo entre os tratamentos de alta de produtividade, embora não apresentando a maior produtividade, que foi obtida com o tratamento com ausência de adubação potássica (0 kg ha^{-1} de K_2O) (IBN de 18,5). Dentro do grupo de baixa produtividade, o tratamento que apresentou a menor produtividade foi aquele onde foi aplicado no sulco de plantio a dose de 00 kg ha^{-1} de N, que apresentou IBN de 69,92, sendo o Mg o nutriente limitante com índice DRIS de 15,1. O segundo nutriente mais limitante foi o N, com índice DRIS de 14,0. No entanto, a aplicação adequada de Mg não significa que o N passará a limitante, pois as relações entre os nutrientes podem ser alteradas. De acordo com Martinez et al. (2000), nesses casos, limitações de outra ordem devem estar associadas à produtividade da cultura.

Pode-se observar que nas áreas de produção de batata da cultivar Ágata (tabela 10), o elemento K parece ser o elemento que torna o balanço nutricional da cultura melhor, sendo a dose de 150 kg ha^{-1} de K_2O a que estabeleceu melhor produtividade, e que os tratamentos com ausência de N e de P_2O_5 os que apresentaram menor produtividade.

Nota-se ainda, na tabela 10, que os micronutrientes parecem ser mais limitantes que os macronutrientes, pois se observa que o Cu, Fe e Mn são os elementos que mais limitaram a produtividade de tubérculos no grupo de baixa produtividade.

No grupo de baixa produtividade, pode-se notar que a aplicação de 800 kg ha^{-1} de P_2O_5 teve o maior IBN (72,76) e o nutriente mais limitante foi o Cu, seguido do Fe.

Dentro do grupo de alta produtividade, em Itajubá (tabela 13), observa-se que o tratamento com a dose de 400 kg ha^{-1} de P_2O_5 apresentou IBN de 5,96, o mais baixo entre os tratamentos de alta de produtividade, embora não apresentando a maior

produtividade, que foi obtida na ausência de K_2O (IBN de 23,87). Dentro do grupo de baixa produtividade, o tratamento que apresentou a menor produtividade foi aquele com a ausência da adubação fosfatada, e o tratamento que apresentou o maior IBN (32,63) foi aquele que recebeu no sulco de plantio 600 kg ha^{-1} de P_2O_5 , sendo Fe e Ca, com índice DRIS de 3,2, seguidos dos elementos Mn e Cu. No entanto, a aplicação adequada de S e Ca não significa que o Mn e o Cu passarão a ser limitantes, pois as relações entre os nutrientes podem ser alteradas. De acordo com Martinez et al. (2000), nesses casos, limitações de outra ordem devem estar associadas à produtividade da cultura.

De acordo com a tabela 10, a variação entre as adubações potássicas utilizadas parece ser o fator que mais proporcionou altas produtividades. Sendo que na ausência da adubação potássica, a produtividade chegou a 53 t ha^{-1} de tubérculos. No entanto, este resultado se deve a presença no solo de teores elevados inicialmente, ou seja, antes da adubação ser realizada, tendo o solo, na ocasião do plantio, teor de $113,1 \text{ mg dm}^{-3}$ de K.

A adubação fosfatada parece ter influenciado na absorção de Cu e Fe, nas áreas de baixa produtividade, em São Gotardo (tabela 10).

O potássio, limitou a absorção de Ca e Mg e acima da necessidade da cultura.

Com relação à produtividade, em Itajubá, a melhor, $26,3 \text{ t ha}^{-1}$, foi proporcionada pela combinação das doses de 300 kg ha^{-1} de K_2O , 400 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 140 kg ha^{-1} de N, sendo que a adubação fosfatada parece ter tido uma maior influência positiva nas altas produtividades obtidas nesta localidade.

O potássio limitou a absorção de Mg pela cultura, também em Itajubá.

TABELA10. Índices DRIS para macro e micronutrientes em lavouras de alta produtividade ($> 50 \text{ t ha}^{-1}$) e baixa produtividade ($< 50 \text{ t ha}^{-1}$) de batata da cultivar Ágata, em São Gotardo, 2011.

	Doses		Tratamentos	Produtividade	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	IBN
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	kg ha ⁻¹		Índices DRIS para grupo de alta produtividade											
140	400	0	0 K ₂ O	53027	-0,7	-2,1	-3,4	1,9	3,3	0,1	-2,0	3,2	-0,3	0,8	-0,7	18,5
140	400	450	450 K ₂ O	52790	0,6	0,6	1,5	0,1	-1,1	0,4	0,3	0,0	0,9	-1,0	-2,1	8,6
140	400	300	300 K ₂ O	51667	0,0	1,6	1,0	-1,2	-1,5	1,1	-0,5	-2,0	0,2	-0,3	1,7	11,16
140	400	150	150 K ₂ O	50883	0,1	-0,5	0,4	-0,4	0,1	-1,7	2,0	-0,4	-0,8	0,6	0,7	7,65
Índices DRIS para grupo de baixa produtividade																
140	800	300	800 P ₂ O ₅	50257	9,3	3,5	3,0	2,2	8,3	1,4	3,1	-29,7	-6,7	0,4	5,3	72,76
140	400	300	400 P ₂ O ₅	48403	5,7	2,5	0,8	0,7	4,0	0,4	1,2	-11,4	-8,2	0,6	3,6	39,22
280	400	300	280 N	47750	1,7	2,3	-0,6	0,2	6,3	-1,2	3,3	-8,9	-0,4	-2,9	0,2	28,04
140	600	300	600 P ₂ O ₅	45903	7,7	3,9	2,8	2,3	5,0	3,0	4,4	-17,6	-14,5	-0,5	3,5	65,16
140	400	600	600 K ₂ O	45673	-0,5	0,4	-1,0	-1,0	-0,4	-2,1	0,9	1,1	2,1	0,0	0,4	9,95
210	400	300	210 N	45590	2,5	3,0	0,4	0,8	8,0	2,9	4,3	-9,0	-7,4	-3,9	-1,5	43,64
70	400	300	70 N	44477	-1,3	0,9	0,4	-0,7	-6,6	0,3	-3,8	4,3	0,0	3,7	2,9	24,84
140	400	300	140 N	44383	0,3	-0,1	0,7	0,5	2,7	4,2	0,4	-2,3	-6,6	0,3	0,0	18,00
140	200	300	200 P ₂ O ₅	42003	1,0	3,3	-0,8	-0,4	1,0	-1,2	-0,7	0,3	-0,8	-3,0	1,3	13,71
140	0	300	0 P ₂ O ₅	34257	-0,8	4,4	-1,7	0,4	3,9	-2,8	-1,7	-4,0	6,4	-3,9	-0,2	30,11
0	400	300	0 N	30897	-14,0	-2,2	-1,0	0,9	-15,1	1,1	-2,1	15,6	13,7	-0,6	3,7	69,92

TABELA 11. Índices DRIS para macro e micronutrientes em lavouras de alta produtividade ($> 25 \text{ t ha}^{-1}$) e baixa produtividade ($< 25 \text{ t ha}^{-1}$) de batata da cultivar Ágata, em Itajubá, 2011.

Doses			Tratamentos	Produtividade	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	IBN
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	Índices DRIS para grupo de alta produtividade											
140	400	0	0 K ₂ O	25,8133	-0,9	-1,6	-1,6	2,1	-3,6	2,7	-1,3	-1,0	5,9	1,3	-1,9	23,87
70	400	450	70 N	27,2711	0,0	0,5	1,0	-0,2	-0,9	-1,6	1,5	-0,4	-1,6	-0,4	2,0	10,11
280	400	300	280 N	27,6133	1,4	0,5	-0,6	-0,4	1,4	-0,2	-2,0	2,9	-1,2	-2,1	0,3	13,16
140	200	150	200 P ₂ O ₅	26,6200	0,2	-1,5	0,4	-0,1	1,3	-0,5	1,7	-1,4	-1,4	0,8	0,6	9,92
140	400	300	400 P ₂ O ₅	26,3067	-1,5	1,1	-0,9	0,7	-0,5	0,4	-0,4	0,1	-0,1	-0,1	0,1	5,96
140	800	300	800 P ₂ O ₅	32,8133	0,6	-1,0	1,5	-1,9	2,0	-2,2	2,2	-2,6	2,6	-3,0	3,0	22,56
Índices DRIS para grupo de baixa produtividade																
140	400	150	150 K ₂ O	23,3911	-0,6	0,4	-0,6	0,6	0,0	-1,0	-0,7	-0,2	4,1	-0,2	-1,7	10,26
140	400	300	300 K ₂ O	20,5791	0,4	1,2	2,1	-1,9	0,9	-0,2	-5,1	2,2	1,8	-1,9	0,4	18,23
140	400	450	450 K ₂ O	23,3311	1,9	-0,1	1,1	-2,8	-1,2	-1,6	-8,9	2,1	7,7	1,0	2,8	31,26
140	400	600	600 K ₂ O	20,8689	-0,2	-0,6	0,3	2,2	-1,5	-2,0	-2,4	0,4	-1,2	3,7	5,1	19,68
0	400	300	0 N	20,3778	-4,0	0,0	1,1	-1,6	-0,1	0,6	1,4	2,3	-2,2	-2,4	0,0	15,63
140	400	300	140 N	24,3911	0,9	1,7	0,6	0,8	2,8	-0,1	-1,0	1,9	-3,4	-3,1	-2,6	18,96
210	200	300	210 N	19,0867	2,4	-1,7	-0,5	-2,9	-5,6	0,6	4,8	1,5	-1,4	0,3	3,1	24,92
140	0	300	0 P ₂ O ₅	17,1822	1,9	2,9	2,6	-2,9	-2,8	0,3	-0,3	-0,6	-0,9	-0,5	-0,3	15,81
140	600	300	600 P ₂ O ₅	21,7600	2,5	-2,6	2,7	-3,2	3,2	-3,2	3,2	-3,0	3,0	-3,0	3,0	32,63

O DRIS permitiu conhecer a ordem de limitações dos nutrientes nas lavouras de batata estudadas, avaliando a adequação das relações entre os nutrientes. Contudo, não permitiu o cálculo da quantidade dos mesmos que devem ser aplicadas, informando apenas a ordem e se a limitação ocorre por deficiência (sinal negativo) ou excesso (sinal positivo), em relação aos demais nutrientes.

De acordo com o que pode ser observado na tabela 12, foi possível estabelecer os índices de deficiência dos nutrientes estudados nas áreas com produtividades acima de 50 t ha⁻¹ e nas áreas com produtividade abaixo de 50 t ha⁻¹.

Entre os nutrientes estudados, o K foi o elemento que apresentou maior índice de deficiência no grupo de alta produtividade e no grupo de baixa produtividade o elemento que apresentou maior deficiência foi o elemento Cu. Os nutrientes que apresentaram maior índice de excesso no grupo de alta produtividade foi o Mg e no grupo de baixa produtividade foi o Fe (tabela 12). Sendo assim, podemos estabelecer a ordem de insuficiência nas áreas de alta produtividade da seguinte forma: K>S>Zn>Mg=B=P>Cu>Ca>N=Mn>Fe, e a ordem de insuficiência nas áreas de baixa produtividade como sendo: Cu>Fe>Mg>N>Mn>B>S>P>K>Zn>Ca.

TABELA 12. Índice de deficiência de macro e micronutrientes em lavouras de alta produtividade (> 50 t ha⁻¹) e baixa produtividade (< 50 t ha⁻¹) de batata da cultivar Ágata cultivada, em São Gotardo, 2011.

Ordem	Índices de deficiência			
	>50 t ha ⁻¹		<50 t ha ⁻¹	
1º	K	-3,4	Cu	-8,0
2º	S	-1,7	Fe	-6,1
3º	Zn	-1,4	Mg	-4,9
4º	Mg	-1,3	N	-4,1
5º	B	-1,3	Mn	-2,5
6º	P	-1,3	B	-2,1
7º	Cu	-1,2	S	-1,8
8º	Ca	-0,8	P	-1,1
9º	N	-0,7	K	-1,0
10º	Mn	-0,7	Zn	-0,9
11º	Fe	-0,6	Ca	-0,7

Os dados mostram que as áreas estudadas, embora produzindo acima de 50 t ha⁻¹, necessitam de ajustes em seu sistema de manejo da fertilidade do solo, para se atingir patamares de produção mais elevados. O tratamento com a aplicação de 150 kg ha⁻¹ de K₂O apresentou o melhor IBN, e portanto, foi o tratamento mais equilibrado

nutricionalmente e o tratamento que não recebeu adubação nitrogenada no sulco de plantio, com maior índice IBN, indicando que o balanço nutricional, neste tratamento, prejudicou a produtividade das áreas que receberam este tratamento.

De acordo com o que pode ser observado na tabela 13, foi possível estabelecer os índices de deficiência dos nutrientes estudados nas áreas com produtividades acima de 25 t ha⁻¹ e nas áreas com produtividade abaixo de 25 t ha⁻¹.

Entre os nutrientes estudados, o Zn foi o elemento que apresentou maior índice de deficiência no grupo de alta produtividade e no grupo de baixa produtividade o elemento que apresentou maior deficiência foi o elemento B. O nutriente que apresentou maior índice de excesso no grupo de alta produtividade e no grupo de baixa produtividade foi o Fe (tabela 13). Sendo assim, podemos estabelecer a ordem de insuficiência nas áreas de alta produtividade da seguinte forma: Zn>Mg>Mn=Cu=P>B>N>S=Fe>K>Ca, e a ordem de insuficiência nas áreas de baixa produtividade como sendo: B>Ca>Mg>Mn>Fe>N=Zn>S>P=Cu>K.

TABELA 13. Índice de deficiência de macro e micronutrientes em lavouras de alta produtividade (> 25 t ha⁻¹) e baixa produtividade (<25 t ha⁻¹) de batata da cultivar Ágata, cultivada em Itajubá, 2011.

Ordem	Índices de deficiência			
		>25 t ha ⁻¹		<25 t ha ⁻¹
1º	Zn	-1,9	B	-3,1
2º	Mg	-1,6	Ca	-2,5
3º	Mn	-1,4	Mg	-2,2
4º	Cu	-1,4	Mn	-1,9
5º	P	-1,4	Fe	-1,8
6º	B	-1,3	N	-1,6
7º	N	-1,2	Zn	-1,6
8º	S	-1,1	S	-1,4
9º	Fe	-1,1	P	-1,3
10º	K	-1,0	Cu	-1,3
11º	Ca	-0,6	K	-0,6

Os dados mostram que as áreas estudadas, embora produzindo acima de 25 t ha⁻¹, necessitam de ajustes em seu sistema de manejo da fertilidade do solo, para se atingir patamares de produção mais elevados. O tratamento com a aplicação de 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅ apresentou o melhor IBN e produtividade de 26,3 t ha⁻¹, e portanto, foi o tratamento mais equilibrado nutricionalmente e o tratamento que não recebeu adubação potássica no sulco de plantio, com maior índice IBN, indicando que o balanço

nutricional, neste tratamento, prejudicou a produtividade das áreas que receberam este tratamento.

4 CONCLUSÕES

Conclui-se que o único nutriente que não respondeu em produtividade na cultura da batata, cultivar Ágata foi o K, quando aplicado no sulco de plantio, e segundo o DRIS, a ordem de insuficiência nas áreas de alta produtividade foi: $K > S > Zn > Mg = B = P > Cu > Ca > N = Mn > Fe$, e a ordem de insuficiência nas áreas de baixa produtividade foi: $Cu > Fe > Mg > N > Mn > B > S > P > K > Zn > Ca$. Em São Gotardo e em Itajubá, a ordem de insuficiência nas áreas de alta produtividade foi: $Zn > Mg > Mn = Cu = P > B > N > S = Fe > K > Ca$, e a ordem de insuficiência nas áreas de baixa produtividade foi: $B > Ca > Mg > Mn > Fe > N = Zn > S > P = Cu > K$.

REFERÊNCIAS

- ABBA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA. **Variedades**. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/2008/variedades.asp>>. Acesso em: 16 dez. 2009.
- ANDA - ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DOS ADUBOS. **Anuário Estatístico**. São Paulo: ANDA, 252p. 2000.
- BATAGLIA, O.C.; SANTOS, W.R. Efeito do procedimento de cálculo e da população de referência nos índices do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa. v.14, p.339-344, 1990.
- BATAGLIA, O.C.; DECHEN, A.R.; SANTOS, W.R. Diagnose visual e análise de plantas. In: DECHEN, A.R; BOARETTO, A.E.; VERDADE, F.C. **Adubação, Produtividade e Ecologia**. Campinas: Fundação Cargill, p.369-393.1992.
- BEAUFILS, E.R. **Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS)**. Pietermaritzburg: University of Natal, 1973. 132p. (Soil Sci. Bull. Nº 1).
- BÉLANGER, G. Yield response of two potato cultivars to supplemental irrigation and N fertilisation in New Brunswick. **American Journal of Potato Research**, New York. V.77, p.11–21. 2000.
- BUSATO, C. **Característica da planta, teores de nitrogênio na folha e produtividade de tubérculos de cultivares de batata em função das doses de nitrogênio**. 2007. 129f. Dissertação (Mestrado em Agronomia- Área Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2007.
- CARDOSO, A.C. **Produtividade e qualidade de tubérculos de batata sob diferentes doses e parcelamentos de nitrogênio e potássio**. 2007. 109.f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- CARVALHO, A. M.; et al. Produtividade e qualidade dos tubérculos de batata em diferentes ciclos de cultivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43., 2003, Recife. **Anais...** Recife: [s.n.], 2003. Suplemento 1, v. 21, p. 302.
- 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.
- CONSORTE, J.E. **Fontes e doses de cálcio e nitrogênio na nutrição e produção de batata (*Solanum tuberosum* L.) para a indústria**. Botucatu. 2001.117f. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de concentração em Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Paulista “Julio de Mesquita Filho”. Jaboticabal, 2001.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de análise química dos solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Solos, 1999. 370p.

FELTRAN, J.C. **Adubação mineral na cultura da batata e residual no feijoeiro**. 2005. 112.f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura)- Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2005.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000.

FILGUEIRA F.A.R. **Manual de olericultura**. São Paulo: Agronômica Ceres. 357p. 1982.

_____. F.A.R. **Novo manual de agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV. 412 p. 2003.

FONTES, P.C.R.; PAULA, M.B.; MIZUBUTI, A. Produtividade de batata sob a influência de níveis do fertilizante 4-14-8 e do superfosfato simples. **Revista Ceres**, Santa Maria. v.34, n.191, p.90-98, 1987.

_____. P.C.R. **Preparo do solo, nutrição mineral e adubação da batateira**. Viçosa: UFV, 1997. 42p.

_____. P.C.R. **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: UFV. 486p. 2005.

JENKINS P D; ALI H. Growth of potato cultivars in response to application of phosphate fertilizer. **Annals of Applied Biology**, Reading.v. 135p. 431-438.1999.

LEITE, R.A. **Avaliação do estado nutricional do cafeeiro conilon no estado do Espírito Santo utilizando diferentes métodos de interpretação de análise foliar**. 1993. 87f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1993.

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

MALLMANN, N. **Eficiência do fósforo na multiplicação de propágulos, mini-tubérculos e tubérculos para obtenção de batata semente**. 2007.121.f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Produção Vegetal)-Universidade Federal do Paraná. Londrina, 2007.

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.

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

PANIQUE E; et al. Potasium rate and source effects on potato yied, quality, and disease interaction, **American Potato Journal**. New Jersey. v. 74,p.379-398.1997.

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

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

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

_____. 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.

_____. R. A.; MONNERAT, P. H. Exportação de nutrientes nos tubérculos de batata em função de doses de sulfato de potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília. v. 19, p. 227-231, 2001.

SANGOI, L.; KRUSE, N.D. Doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio e características agrônômicas da batata em dois níveis de pH. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v.29, p. 1333-1343, 1999.

THOMPSON-JOHN, A. et al. **Potato production in the home garden**. Idaho: University of Idaho, 1998.

CAPITULO 3

RESUMO

Produtividade e qualidade de cultivar de batata Atlantic em função de doses de NPK

A demanda relativa de fertilizantes para a cultura da batata é a maior entre as culturas produzidas no Brasil, variando de 2,3 a 2,8 t ha⁻¹. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a produtividade e qualidade de tubérculos de batata cultivar Atlantic, em função dos níveis de N, P e K aplicados no sulco de plantio. O experimento foi montado e conduzido no município de Serra do Salitre, Minas Gerais, em área cedida empresa Montesa, na safra das águas de 2009. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 5 doses e 4 repetições para cada nutriente estudado, totalizando 20 parcelas por experimento. Foram conduzidos simultaneamente três experimentos, sendo um para cada nutriente (N, P e K). No experimento de um dos nutrientes, as doses dos demais foram fixadas de acordo com as recomendações. As doses testadas foram: 0, 70, 140, 210 e 240 kg ha⁻¹ de N; 0,150, 300, 450 e 600 kg ha⁻¹ de K₂O e 0, 200, 400, 600 e 800 kg ha⁻¹ de P₂O₅. No solo, foram adicionadas no sulco de plantio as cinco doses do elemento estudado, combinado com as doses consideradas padrão para a cultura da batata, acrescidas de 30 kg ha⁻¹ de uma fonte de micronutrientes. Aos 30 DAP, foram amostradas folhas das plantas de cada parcela e analisadas quanto ao teor de macro e micronutrientes. Ao final dos experimentos os tubérculos foram colhidos, classificados, pesados e calculada a produtividade da área útil das parcelas e convertidas em kg ha⁻¹. Conclui-se que a produtividade de tubérculos não foi influenciada pelas doses estudadas de N, P e K. O teor de sólidos solúveis totais foi influenciado pelas doses de K. A classe de tubérculos miúda foi influenciada pelas doses de P₂O₅ testadas, ocorrendo um aumento de cerca de 50% na produtividade dessa classe na maior dose testada 800 kg ha⁻¹ P₂O₅. E de acordo com o DRIS, estabeleceu-se a ordem de insuficiência nas áreas de alta produtividade Cu>Ca=Zn>Fe>N>Mn>K>Mg=P>S=B, e a ordem de insuficiência nas áreas de baixa produtividade Ca>K>Zn>S>N>Cu>P>B>Mg=Fe>Mn.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum*; nutrição; fertilidade; produção.

ABSTRACT

Productivity and quality of potato cultivar Atlantic according to doses of NPK

The demand for fertilizer on the potato crop is the largest among the crops grown in Brazil, ranging from 2.3 to 2.8 t ha⁻¹. Thus, the purpose of this study was to evaluate the productivity and quality of tubers of potato cultivar Atlantic depending on the levels of N, P and K applied at planting. The experiment was arranged and conducted in the municipality of Serra do Salitre, Minas Gerais, in the area ceded company Montesa, in the rainy season of 2009. The experimental design was randomized blocks, with five levels and four replicates for each nutrient studied, a total of 20 plots per experiment. Three experiments were conducted simultaneously, one for each nutrient (N, P and K). In experiment one of doses of other nutrients were determined according to the recommendations. Doses tested were 0, 70, 140, 210 and 240 kg ha⁻¹ N; 0, 150, 300, 450 and 600 kg K₂O ha⁻¹ and 0, 200, 400, 600 and 800 kg ha⁻¹ P₂O₅. On the ground were added at planting five doses of the element studied, combined with doses considered standard for the potato crop, plus 30 kg ha⁻¹ of a source of micronutrients. At 30 DAP, the leaves were sampled from each plot and analyzed for content of macro and micronutrients. At the end of the experiments the tubers were harvested, graded, weighed and calculated the productivity of the useful area of the parcels and converted into kg ha⁻¹. We conclude that the tuber yield was not influenced by the studied doses of N, P and K. The content of soluble solids was influenced by the levels of K. The class of tubers little was influenced by P₂O₅ levels tested, with an increase of about 50% in the yield of this class with the highest dose tested 800 kg ha⁻¹ P₂O₅. And according to the DRIS established the order of failure in areas of high productivity Cu > Ca = Zn > Fe > N > Mn > K > Mg = P > S = B, and the order of failure in areas of low productivity Ca > K > Zn > S > N > Cu > P > B > Mg = Fe > Mn.

Keywords: *Solanum tuberosum*; nutrition; fertility; production.

1 INTRODUÇÃO

O mercado crescente de batata frita tem impulsionado o cultivo cada vez mais de variedades com esta finalidade, fritura. As cultivares apresentam diferenças marcantes no que diz respeito ao seu potencial de uso, existindo desta maneira cultivares que se adaptam melhor ao consumo fresco, enquanto outras são mais adaptadas à industrialização (CORASPE-LEON, 1995).

Entre as características de interesse especial para o processamento, estão o teor de açúcares redutores e a massa de material seco. Para a indústria é desejável um teor baixo de açúcares, pois estes podem reagir com os aminoácidos durante o processamento e desenvolver coloração escura e sabor amargo no produto final. E quanto a massa seca, quando maior a massa de material seco de tubérculo, maior o rendimento industrial.

E sabe-se que as necessidades nutricionais de cultivares destinadas à indústria são diferentes das cultivares consumidas *in natura* e a nutrição é um dos principais fatores que interferem tanto na produtividade, quanto na qualidade dos tubérculos.

De acordo com a Associação da batata brasileira (ABBA, 2010), a recomendação de adubação, para a variedade Atlantic, deve ser feita de acordo com a análise de solo, e para um solo de fertilidade média pode-se usar as seguintes quantidades: 190 kg ha⁻¹ de N, 550 kg ha⁻¹ de P e 190 kg ha⁻¹ de K. A saturação de bases deve ser sempre acima de 60%, também se deve estar atentos a sintomas de deficiências tanto para os macros elementos, como para os micros elementos. Em plantio de verão, é comum observar deficiências de magnésio, sendo que, aparecendo tais sintomas, uma suplementação foliar deve ser feita. Para estes níveis de adubação, a produtividade esperada é por volta de 35 t ha⁻¹. Os demais tratos culturais são os mesmos que para outras variedades. Deve-se manter as plantas verdes o mais tempo possível, pois sendo uma batata para uso industrial, tamanho e matéria seca são muito importantes.

Para a obtenção de altas produtividades de tubérculos, é necessário o uso de doses adequadas de fertilizantes no plantio e na cobertura. Atualmente, a batata é a cultura que apresenta maior taxa de aplicação de fertilizantes, 1940 kg ha⁻¹, valor este superior 5,7 vezes ao que é utilizado na cultura da soja, 338 kg ha⁻¹ (ANDA, 2000).

O sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) foi desenvolvido como uma ferramenta de diagnóstico nutricional a partir de trabalhos com seringueiras (*Hevea*

brasiliensis), nas décadas de 50 e 60 (BEAUFILS, 1973), e sua aplicação em larga escala tem sido feita nas espécies agrícolas, principalmente, nos cereais e nas oleaginosas.

Em hipótese, o DRIS consiste de um sistema de análise que, por considerar o equilíbrio entre os nutrientes no processo de diagnóstico nutricional, seria menos afetado por efeitos de diluição e de concentração. Em razão disto, as normas DRIS teriam maior independência das condições locais que os padrões gerados por curvas de calibração.

O DRIS apresenta como vantagem a possibilidade de identificar a ordem de limitação nutricional (BATAGLIA et al., 1992), permitindo agrupar os nutrientes, desde o mais limitante por deficiência, até aquele que está em níveis excessivos. Facilmente identifica-se a necessidade de um nutriente que não está sendo utilizado na prática ou o está sendo em níveis infra-ótimos (o mais limitante), como também os nutrientes que estejam em excesso.

A interpretação do DRIS é baseada na obtenção de índices estudentizados para cada nutriente, obtidos estes de funções das relações (quocientes) entre os teores dos nutrientes. Índices DRIS positivos indicam excesso e índices DRIS negativos indicam deficiência, enquanto que índices DRIS iguais a, ou próximos a zero, indicam equilíbrio nutricional. No Brasil, trabalhos recentes com DRIS têm incluído todas as relações possíveis entre os nutrientes no cálculo dos índices (BATAGLIA; SANTOS, 1990; LEITE, 1993).

A variedade “Atlantic” é uma variedade americana, desenvolvida pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), que se originou do cruzamento Wauseon X Lenape (B5141-6), que foi lançada em 1978.

A variedade possui baixos teores de açúcares redutores e teores altos de sólidos solúveis, características ideais para batata com finalidade industrial, além de possuir um ciclo médio-precoce.

As plantas têm de porte médio a alto, ereto e hastes grossas. Os tubérculos apresentam formato oval-arredondado com polpa e película branca, olhos semi-profundos e brotação tardia. Essa cultivar tem potencial de produção mediana, porém, com alta percentagem de tubérculos graúdos e MS, sendo especialmente indicado para o preparo de 19 chips e batata-palha. Possui baixa resistência a requeima, suscetibilidade a pinta preta (*Alternaria solani* S.), resistência ao vírus do mosaico leve (PVX) e sendo suscetível ao vírus do enrolamento da folha (PLRV) e ao vírus do mosaico (PVY) (ELMA CHIPS, 2000; ABBA, 2009).

Possui maturação meio tardia, alto rendimento e teor de massa seca com boa qualidade para o processamento de fritas (“chips”). É muito suscetível a requeima, ao vírus Y e a murchadeira e pouco suscetível a sarna comum. O tubérculo apresenta formato oval-arredondado, película branca meio áspera; gemas e inserção de estolhos meio profundo e polpa branca (ABBA, 2006).

É sem dúvida a variedade para chips mais plantada no mundo e considerada padrão. Uma variedade que se adapta a qualquer região, tem alto teor de matéria seca, baixo nível de açúcares redutores, e sabor agradável, levaram a cultivar ser considerada a mais popular batata industrial do mundo.

Quanto as recomendações de cultivo, a Atlantic tem uma taxa de multiplicação muito baixa. A dominância apical (apenas um broto desenvolve) é um dos fatores que levam a uma baixa população de hastes em campo, conseqüentemente a poucos tubérculos por cova, e baixa produção. Para melhorar isto, devemos plantar sementes bem descansadas, preferencialmente sob regime de câmara fria. Utilizar batata semente com boa sanidade, pois batatas sementes contaminadas com PVY reduzem ainda mais o número de tubérculos por planta. O espaçamento entre plantas deve ser aproximadamente 30 a 32 cm para tipo I (50 a 60 mm) 27cm para tipo II (40 a 50 mm) e 22 a 25 cm para o tipo III (30 a 40 mm), sendo o espaçamento entre linhas de 0,8 m.

Os demais tratos culturais são os mesmos que para outras variedades. Quando por motivos fitossanitários, há uma desfolha prematura, além da perda de produção, a quantidade de sólidos cai a níveis bem baixos, resultando em menor rendimento industrial.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e qualidade de tubérculos de batata, cultivar Atlantic, em função dos níveis de doses de N, P e K, aplicados no sulco de plantio.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e instalação

O experimento foi instalado e conduzido na cidade de Serra do Salitre (19°05'49"S e 46°40'25"O) no estado de Minas Gerais, em 05 de fevereiro de 2009, utilizando a cultivar Atlantic, destinada a indústria, sendo colhidos os tubérculos cerca de 90 dias após o plantio, em 15 de maio de 2009, quando as áreas atingiram o ponto de colheita comercial. Os estudos foram conduzidos em área cedida pela empresa Montesa.

A análise química do solo de Serra do Salitre antes do plantio foi determinada segundo método descrito pela EMBRAPA (1999) e apresentou os seguintes resultados: $P = 20 \text{ mg dm}^{-3}$; $K = 144 \text{ mg dm}^{-3}$, $\text{pH H}_2\text{O} = 5,8$; $\text{Ca}^{2+} = 5,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{2+} = 2,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{Al}^{+3} = 0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{SB} = 7,56 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{T} = 10,76 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (LVd) e textura argilosa.

O clima em Serra do Salitre é Tropical de Altitude Cwa, temperaturas moderadas com verão quente e chuvoso. No mês mais frio, a média de temperatura é menor que 20°C. Durante a condução do experimento a precipitação foi de 130,5 mm acumulados.

2.2 Delineamento Experimental

O delineamento experimental seguiu o mesmo adotado e descrito no capítulo 2.

2.3 Instalação e condução do experimento

A instalação e condução dos experimentos também foram as mesmas adotadas e descritas no capítulo 2.

2.4 Características avaliadas

2.4.1 Teor foliar de macro e micronutrientes

Avaliaram-se os teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco, assim como descrito no capítulo 2.

2.4.2 Produtividade de tubérculos

Ao final dos experimentos, os tubérculos foram colhidos, pesados e calculada a produtividade da área útil das parcelas sendo convertida em kg ha^{-1} .

2.4.3 Classificação dos tubérculos

Ao final dos experimentos, os tubérculos foram colhidos, pesados e classificados de acordo com sua destinação, indústria ou comércio *in natura*.

A classificação foi feita de acordo com o diâmetro dos tubérculos e com as características da espécie.

Para a cultivar Atlantic, foram classificadas em Extra, Muída, Boneca e Descarte.

2.4.4 Teor de sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis foi determinado através da técnica do densímetro, utilizando-se para tal uma alíquota de 3,630 kg de batata de cada parcela em tanque com capacidade de 100 L de água. Portanto, quando a amostra foi submergida na água, ocorreu um deslocamento de água, obtendo-se desta forma o teor de sólidos solúveis em porcentagem.

2.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância para verificar a existência de diferenças entre os tratamentos. Para a comparação das médias, aplicou-se o teste de F, a 5%, e submetidos a análise de regressão polinomial. Para as análises, foi utilizado o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Produtividade de tubérculos de batata da cultivar Atlantic

3.1.1 Efeito das doses crescentes de fósforo na produtividade de tubérculos

A produtividade da cultivar Atlantic cultivada em Serra do Salitre não apresentou variação significativa para as doses de P_2O_5 estudadas (tabela 14). Porém, mesmo não tendo sido observada diferença significativa, a produtividade de tubérculos foi crescente, visto, na dose de $800 \text{ kg ha}^{-1} P_2O_5$ a produtividade ter chegado a 29 t ha^{-1} de tubérculos (tabela 15). Segundo Rykbost *et al.* (1993), em solos naturalmente bem supridos com P, a sua adição não afeta a produção nem a qualidade de tubérculos.

Fernandes (2010), estudando a produtividade de tubérculos em cultivares de batata, verificou produtividade da cultivar Atlantic de $22,5 \text{ kg ha}^{-1}$, produtividade menor do que a observada neste estudo.

TABELA 14. Resumo do quadro de análise de variância, para produtividade de tubérculos da cultivar Atlantic, em função das doses de P_2O_5 , aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.

F.V	G.L	F calculado
P_2O_5	4	2,417 ^{ns}
Bloco	3	---
Erro	12	
C.V %	8.89	

*significativo, ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

TABELA 15. Produtividade média observada em t ha^{-1} de tubérculos da cultivar Atlantic, em função das doses de P_2O_5 aplicados no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.

Doses de P_2O_5	Médias Observadas
Kg ha^{-1}	t ha^{-1}
0	24.812
200	25.635
400	26.130
600	28.466
800	29.086

A ausência de resposta da cultivar Atlantic às doses de P_2O_5 utilizadas podem ser devido a resposta que a cultura da batata apresenta em relação a adubação fosfatada.

Yorinori (2003) verificou significância no acúmulo total de fósforo, para a cultivar Atlantic nas safras das águas e da seca. Sendo o acúmulo máximo de fósforo

total observado de 17,62 kg ha⁻¹, aos 111 dias após o plantio, com produtividade de 36,5 t ha⁻¹ na safra das águas e de 15,26 kg ha⁻¹ aos 90 dias após o plantio, com produtividade de 24 t ha⁻¹ na safra da seca.

Produções de 24,9 e 17,2 t ha⁻¹ de tubérculos foram obtidas, nas doses de 991 e 867 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente (FONTES; PAULA; MIZUBUTI, 1987), produtividades estas próximas das encontradas no presente estudo.

A batateira possui um sistema radicular restrito, ciclo curto e as quantidades de P para a cultura, em quase todos os casos, são elevadas. Grande parte dos solos tropicais cultivados com batata apresenta limitações quanto ao crescimento e à produção, em função dos baixos teores de P (MANRIQUE, 1993), o que pode resultar em aumento de produtividade, quando a adubação fosfatada é realizada em solos de baixa fertilidade.

3.1.2 Efeito das doses crescentes de nitrogênio na produtividade de tubérculos

Com relação ao efeito das doses crescentes de nitrogênio na produtividade de tubérculos, não foi verificada variação significativa, como pode ser observado na tabela 16.

As médias de produtividade obtidas podem ser observadas na tabela 17.

TABELA 16. Resumo do quadro de análise de variância, para produtividade da cultivar Atlantic, em função das doses de N, aplicadas no sulco de plantio, Uberlândia-MG, 2011.

F.V	G.L	F calculado
N	4	1,265 ^{ns}
Bloco	3	---
Resíduo	12	
C.V %	7,96	

*significativo, ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

TABELA 17. Produtividade média observada em t ha⁻¹ de tubérculos da cultivar Atlantic, em função das doses de N, aplicadas no sulco de plantio, Uberlândia-MG, 2011.

Doses de N	Médias Observadas
Kg ha ⁻¹	t ha ⁻¹
0	28.308
70	27.998
140	27.458
210	29.663
280	26.231

Yorinori (2003) verificou significância no acúmulo total de nitrogênio na safra das águas, sendo de 140 kg ha^{-1} de N, para uma produtividade de $36,4 \text{ t ha}^{-1}$, e exportação de 120 kg ha^{-1} .

O excesso de nitrogênio prolonga o ciclo de crescimento e desenvolvimento da cultura e reduz a gravidade específica dos tubérculos, favorecendo o escurecimento e a maior retenção de gordura nos chips (STARK et al., 2003).

A elevação de produtividade devido à adição de N acontece até a dose de 60 kg ha^{-1} de N, segundo Boock e Freire (1960), a partir do qual se estabiliza ou diminui a produção, com diminuição do estande devido ao atraso na emergência, especialmente devido ao contato do adubo com o tubérculo-semente.

Ainda de acordo com Burton (1981), a falta ou o excesso de N pode influir sobre o crescimento secundário e formação de coração-oco.

Andriolo *et al.* (2007), estudando a diluição da curva crítica de N na cultivar Asterix, estimaram as quantidades de N a serem fornecidas pela adubação, de forma a ajustar essas quantidades às necessidades da cultura e reduzir as perdas por lixiviação no decorrer do ciclo. As quantidades determinadas foram de até 183 kg ha^{-1} , para uma produtividade de tubérculos de $52,7 \text{ t ha}^{-1}$. A essas quantidades devem ser acrescidas as perdas inerentes às condições ambientais e de manejo da lavoura que determinam a eficiência de utilização do N pela cultura.

No caso do N, Lewis (1989) argumenta que cultivares de batata que absorvem grandes quantidades deste nutriente não o converte, necessariamente, em produção de tubérculos, indicando que altas doses de N estão mais relacionadas com o crescimento da parte aérea, o que pode justificar a ausência de respostas encontrada neste estudo

Maier *et al.* (2001) observaram aumento na matéria seca com doses superiores a 369 Kg ha^{-1} de N, porém como não foi observada diferença de produtividade nas diferentes doses aqui testadas. Assim, não há como inferir que os resultados atuais indicam diminuição no teor de matéria seca dos tubérculos sob altas doses de N, mesmo sendo observada uma queda de produtividade da dose 210 para a dose 280 Kg ha^{-1} de N de 29 t ha^{-1} para $26,9 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente.

3.1.3 Efeito das doses crescentes de potássio na produtividade de tubérculos

Quanto à produtividade de tubérculos, cultivar Atlantic, em função das doses de potássio aplicadas no sulco de plantio, não foi observada variação significativa (tabela 18).

TABELA 18. Resumo do quadro de análise de variância, para produtividade da cultivar Atlantic, em função das doses de K_2O , aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.

F.V	G.L	F calculado
K	4	2,254 ^{ns}
Bloco	3	---
Resíduo	12	
C.V %	9,76	

*significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

No entanto observa-se na tabela 19, que a produtividade máxima obtida foi na dose de 150 kg ha^{-1} de K_2O , ocorrendo pequena variação de produtividade entre as doses estudadas.

TABELA 19. Produtividade média observada em t ha^{-1} de tubérculos da cultivar Atlantic, em função das doses de K_2O , aplicados no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.

Doses de K_2O	Médias Observadas
Kg ha^{-1}	t ha^{-1}
0	28.358
150	30.556
300	29.758
450	26.438
600	25.761

Os resultados de produtividade sob o efeito de doses de K encontrados na literatura são contraditórios, mostrando efeitos positivos (DAVENPORT; BENTLEY, 2001; ABDELGADIR et al., 2003) ou ausência de resultados (WESTERMANN et al., 1994). Essas discrepâncias podem ser devido aos teores iniciais de K no solo, quando do plantio da cultura, sendo estes acima da necessidade da cultura. A ausência de resposta foi atribuída a solos com teores de K disponível superiores a 200 mg L^{-1} de (ABDELGADIR et al., 2003).

As doses crescentes de sulfato de potássio aumentaram a produção de matéria fresca de tubérculos, alcançando valor máximo de $30,5 \text{ t ha}^{-1}$ com a aplicação de 736 kg ha^{-1} de K_2SO_4 (FONTES et al., 1996).

Assim, a ausência de resultados, quanto à produtividade de tubérculos obtida neste estudo, pode ser atribuída aos teores iniciais de K encontrados no solo onde o estudo foi conduzido, que era de 144 mg dm^{-3} . Estes resultados corroboram com os já relatados por outros pesquisadores que obtiveram como nível crítico o teor de $2,7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K no solos, acima da qual respostas a adubação potássica são menos prováveis (PANIQUE *et al.*, 1997).

Respostas positivas na produtividade foram obtidas em culturas conduzidas em solos com baixos teores desse elemento e com adubação balanceada (WESTERMANN *et al.*, 1994).

Reis (2008), estudando doses (0, 200, 400 e 600 kg ha^{-1} de K) e fontes de adubos potássicos, cloreto de potássio e sulfato de potássio, verificou diferença significativa na produtividade de tubérculos de cultivar Ágata, apenas na doses de 400 kg ha^{-1} , quando comparado a testemunha, não sendo observada diferença de produtividade entre as doses de 200, 400 e 600 kg ha^{-1} de K.

O fato da dose de potássio, isoladamente, não apresentar efeitos na produtividade, já foi verificado em ensaios de campo realizados por várias pesquisas (BOOCK e FREIRE, 1960; FREIRE *et al.*, 1981; SANTOS FILHO *et al.*, 1978). Para estes autores, quando o ensaio é realizado em solos bem supridos de potássio, as doses aplicadas tendem a não influir na produtividade.

Yorinori (2003) verificou significância no acúmulo total de potássio na safra das águas, sendo de $133,8 \text{ kg ha}^{-1}$ de K, para uma produtividade de $36,5 \text{ t ha}^{-1}$ e exportação de 104 kg ha^{-1} , onde o acúmulo máximo aconteceu no início da maturação.

Cogo *et al.* (2006) verificaram no estudo de crescimento, produtividade e coloração dos chips de tubérculos de batata, produzidos sob alta disponibilidade de potássio, que a produtividade de tubérculos não teve diferença significativa e que as produtividades observadas foram de 34,4; 33,2; 29,7; 33,7 e $35,1 \text{ t ha}^{-1}$ para as diferentes doses de K (3,5; 5,5; 6,5; 8,0 e $9,5 \text{ mmol L}^{-1}$) aplicadas via solução nutritiva.

Embora o potássio seja requerido em altas quantidades, seu uso excessivo na agricultura, com doses acima da necessária para o satisfatório crescimento e desenvolvimento das plantas, pode reduzir a produção de tubérculos, além de elevar os custos de produção e causar impactos ambientais. É interessante ressaltar que altas doses de adubação potássica elevam a condutividade elétrica e a relação $\text{K}^+ / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})^{1/2}$ do solo, prejudicando a produção de tubérculos (REIS JUNIOR; FONTES, 1999).

A recomendação de adubação potássica para a cultura da batata e para uma produtividade estimada acima de 20 t ha⁻¹ varia de 140 a 220 kg ha⁻¹ de K₂O entre as classes de interpretação muito alto e muito baixo, respectivamente (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 2004)

3.1.4 Sólidos solúveis totais

Os teores de sólidos solúveis nos tubérculos de batata estão apresentados na tabela 20 e 21 e figura 11, na qual pode-se observar que, apenas para as doses de K₂O, foi verificada diferença significativa, verificando-se um decréscimo de cerca de 10% no teor de sólidos solúveis com a maior dose de K₂O estudada.

TABELA 20. Teor de sólidos solúveis de tubérculo da cultivar Atlantic, em função dos níveis de adubos utilizados. Uberlândia-MG, 2011.

Níveis de adubos utilizados: Obstrução 180, 2011.						
	K ₂ O					
	DOSES kg ha ⁻¹					
	0	150	300	450	600	MEDIA
	-----%					
Sólidos solúveis	16,875	15,95	15,95	15,775	15,275	15,965
C.V%	2,50					

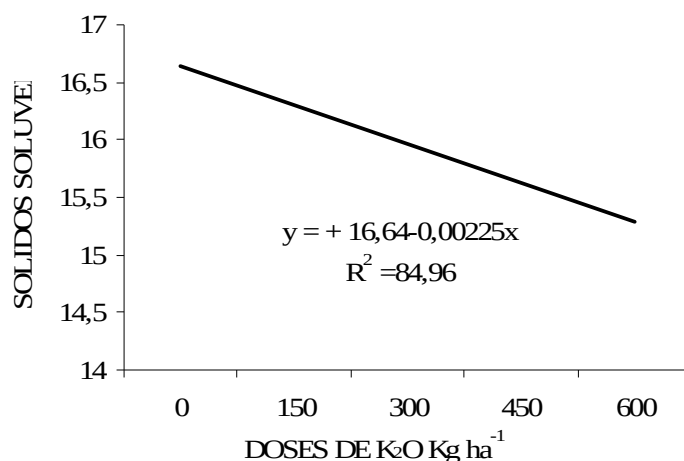


FIGURA 11. Teor de sólidos solúveis totais, em função da doses de K₂O aplicadas no sulco de plantio na cultivar Atlantic. Uberlândia-MG, 2011.

Para Chitarra e Chitarra (2005), o teor de sólidos solúveis totais (SS) é utilizado como uma medida indireta do teor de açúcares, podendo variar de 2% a 25%, a depender da espécie, dos estádios de maturação e do clima. Pinelli *et al.*, (2005) obtiveram valores próximos de sólidos solúveis para a cultivar Ágata (3,9% a 4,7%), logo após o processamento mínimo das batatas. Paschoalino *et al.*, (1993), avaliando características de qualidade de seis cultivares de batata, observaram oscilação nos valores de sólidos solúveis de 5,1% a 6,8%. Feltran *et al.*, (2004) avaliaram a qualidade tecnológica e a utilização de tubérculos de batata, visando identificar a melhor forma de utilização e consumo. Esses autores encontraram valores de SS de 5,46%, 5,32%, 4,88% e 3,91% para Ágata, Picasso, Mondial e Solide, respectivamente, e concluíram que os SS são influenciados pelo material genético.

Os sólidos solúveis indicam a quantidade dos sólidos que se encontram dissolvidos na polpa, os quais são constituídos principalmente por açúcares. Fernandes *et al.* (2010) verificaram que as cultivares Atlantic e Markies apresentaram os maiores teores de SS, quando comparadas às demais, evidenciando que essas duas cultivares possuem um maior acúmulo de açúcares na polpa dos tubérculos.

Robles (2003) observou teores de SS variando de 5,88 a 5,93 (°Brix) em tubérculos da cultivar Atlantic.

Ferreira *et al.* (2009), estudando a produtividade e a qualidade de tubérculos de batata, cv. Atlantic, em função de épocas de aplicação de silicato de potássio, verificaram teores de sólidos solúveis variando de 17,72% no tratamento com aplicação de silicato de potássio duas vezes por semana a 17,22% no tratamento com aplicação uma vez por semana.

A quantidade potássio utilizada normalmente pelos agricultores é superior a necessidade das plantas, além disso, pode promover um aumento no tamanho dos tubérculos, devido ao acúmulo de água, com redução de matéria seca e, conseqüentemente, com efeitos negativos a qualidade da batata para fritura (IMAS, 1999) e para o armazenamento (MALLMANN, 2001). Isto porque o conteúdo de matéria seca dos tubérculos pode ser afetado por diversos fatores durante o seu período de desenvolvimento: cultivar, fonte de adubação potássica e dose de adubação com potássio (DAVENPORT; BENTLEY, 2001; PANIQUE *et al.*, 1997; WESTERMANN *et al.*, 1994). Em processos industriais, quanto maior a quantidade de matéria seca, menor a quantidade de água a ser evaporada e, como conseqüência, menor o tempo de processamento. No caso de batata fatiada (“chips”) ou palitos (“french fries”), a retirada

de água é realizada pelo óleo no momento da fritura (BEUKEMA; ZAAG, 1990; MELO, 1997; WESTERMANN et al., 1994).

São necessários teores de potássio na matéria seca no tubérculo acima de 1,8% para uma alta concentração de amido. No entanto, altos teores de potássio diminuem o teor de amido (WESTERMANN et al., 1994), concordando com os resultados encontrados no presente estudo, onde as maiores doses de K_2O propiciaram teores menores de sólidos solúveis totais, que refletem em matéria seca mais baixa.

Gonçalves (2009), estudando a produtividade de tubérculos de batata cultivar Atlantic, em função de aplicação foliar de silicato de potássio, não verificou diferença significativa nos teores de sólidos solúveis totais observados, sendo estes valores na média de 17,5.

De acordo com as tabelas 21, 22 e 23, pode-se verificar a influência das doses de N, P e K nos teores de sólidos solúveis totais nos tubérculos de batata cv. Atlantic.

TABELA 21. Resumo do quadro de análise de variância, para sólidos solúveis em função das doses de K_2O aplicadas no sulco da cultivar Atlantic. Uberlândia-MG, 2011.

F.V	G.L	F calculado
Regr. Linear	1	28.5211 **
Regr. Quadrática	1	0.8149 ns
Regr. Cubica	1	3.9124 ns
Tratamentos	4	8.3928 --
Blocos	3	0.1784 ns
Resíduo	12	
Total	19	

** significativo, ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$), * significativo, ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

TABELA 22. Resumo do quadro de análise de variância, para sólidos solúveis em função das doses de P_2O_5 aplicadas no sulco da cultivar Atlantic. Uberlândia-MG, 2011.

F.V	G.L	F calculado
Regr. Linear	1	0.2528 ns
Regr. Quadrática	1	2.8045 ns
Regr. Cubica	1	0.5038 ns
Tratamentos	4	0.9114 --
Blocos	3	0.8397 ns
Resíduo	12	
Total	19	

** significativo, ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$), * significativo, ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

TABELA 23. Resumo do quadro de análise de variância, para sólidos solúveis em função das doses de N aplicadas no sulco da cultivar Atlantic. Uberlândia-MG, 2011.

F.V	G.L	F calculado
Regr. Linear	1	1.3344 ns
Regr. Quadrática	1	2.0612 ns
Regr. Cubica	1	0.0046 ns
Tratamentos	4	0.9985 --
Blocos	3	0.7634 ns
Resíduo	12	
Total	19	

** significativo, ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$), * significativo, ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

3.2 Classificação de tubérculos

3.2.1 Efeito das doses crescentes de potássio na classificação de tubérculos

As doses crescentes de K, aplicadas no sulco de cultivo, não influenciaram na produtividade de tubérculos classificados como extra, muída, boneca e descarte (tabela 24).

TABELA 24. Resumo do quadro de análise de variância, para classificação da cultivar Atlantic, em função das doses de K_2O , aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.

FV	GL	Extra	Miúda	Boneca	Descarte
K_2O	4	2,816 ^{ns}	0.314 ^{ns}	0.075 ^{ns}	1,741 ^{ns}
Bloco	3	-	-	-	-
Resíduo	12	-	-	-	-
C.V	--	10,60	34,49	78,45	28,65

* significativo, ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

Vários autores não encontraram respostas em produção de tubérculos à aplicação de K na cultura da batata, com influência negativa no teor de matéria seca (CASTRO, 1994; SANGOI; KRUSE, 1999) e no amido (REIS JUNIOR; FONTES, 1999).

Pauletti e Menarin (2004) não verificaram influência no número de tubérculos grandes e totais, por planta, e produtividade de tubérculos pequenos, quando estudaram época de aplicação, doses e fontes de K na cultura da batata.

De acordo com Davenport (2000), o aumento no teor de K pode ocasionar excesso de retenção de água nos tubérculos e conseqüentemente menor valor comercial do produto pela redução do teor de matéria seca.

Pauletti e Menarin (2004) verificaram uma correlação negativa com o acréscimo de K, independente da fonte utilizada, fato que demonstra a importância da adubação potássica quando se deseja reduzir a presença desta classe de tubérculos.

No presente estudo, o resultado obtido na classificação dos tubérculos coincide com o obtido pela produtividade total de tubérculos, ou seja, ausência de respostas da cultura às doses utilizadas, sendo este resultado justificado pelo teor inicial de K no solo, pois estudos já relatados por outros autores, verificaram como nível crítico de K : $2,7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, constatando que acima desta as respostas à adubação potássica são menos prováveis (PANIQUE et al., 1997).

4.2.2 Efeito das doses crescentes de fósforo na classificação de tubérculos

A classificação de tubérculos foi influenciada pelas doses de P_2O_5 utilizadas no estudo, sendo que a classe de tubérculos classificados como miúdos, foi a que apresentou produtividade crescente, em função das doses testadas, ajustando-se a um efeito linear positivo (tabela 25).

TABELA 25. Resumo do quadro de análise de variância, para classificação da cultivar Atlantic, em função das doses de P_2O_5 , aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.

FV	GL	Extra	Miúda	Boneca	Descarte
P_2O_5	4	1.143 ^{ns}	4.388 *	0.305 ^{ns}	1.038 ^{ns}
Bloco	3	-	-	-	-
Resíduo	12	-	-	-	-
C.V	--	13,31	25,76	91,0	41,78

* significativo, ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

Observa-se na figura 16 que houve um incremento considerável de $1,67 \text{ kg ha}^{-1}$ para $2,66 \text{ kg ha}^{-1}$, aumento de tubérculos da classe miúda.

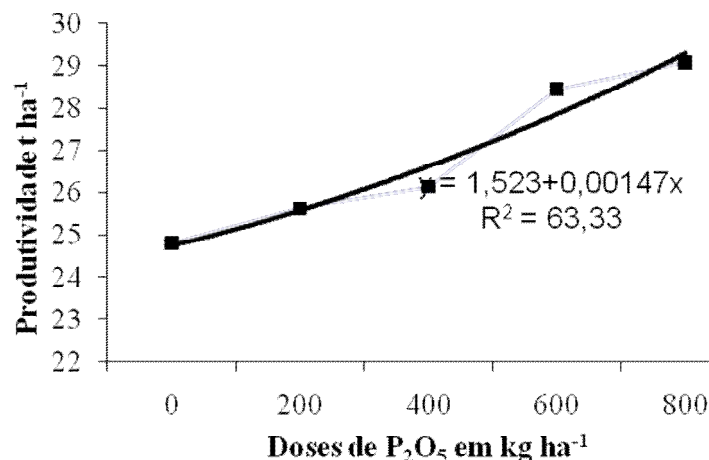


FIGURA 12. Produtividade de tubérculos da classe miúda, em função das doses de P_2O_5 aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.

Para a cultivar estudada, Atlantic, essa classe de tubérculos não é requerida.

O alto teor de argila de solo de alta fertilidade, aliado a alta umidade de preparo no solo, desfavorecem o desenvolvimento dos tubérculos, elevando a produção de tubérculos de menor calibre, segundo Davenport *et al.* (2002). Assim, os teores elevados de P_2O_5 podem ter influenciado no resultado obtido. Quanto maior as doses fornecidas, maiores foram as produtividades observadas de tubérculos miúdos.

Para a produção de 'chips' são necessários tubérculos de tamanho médio, exigindo maiores populações de plantas por área, o que resultará em 'chips' de tamanho arredondado. Para a produção de batata palito, como pré-fritas congeladas (frozen french fries), os tubérculos necessariamente devem ser alongados. Para a produção de fritas tipo palha, tubérculos maiores são preferíveis, tolerando-se maior número de defeitos, devido ao processamento o qual será submetido (POPP, 2005).

4.2.3 Efeito das doses crescentes de nitrogênio na classificação de tubérculos

As doses crescentes de N, aplicadas no sulco de cultivo, não influenciaram na produtividade de tubérculos classificados como extra, muído, boneca e descarte (tabela 26).

TABELA 26. Resumo do quadro de análise de variância, para classificação da cultivar Atlantic, em função das doses de N, aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.

FV	GL	Extra	Miúda	Boneca	Descarte
N	4	0.828 ^{ns}	0.789 ^{ns}	1.882 ^{ns}	0.338 ^{ns}
Bloco	3	-	-	-	-
Resíduo	12	-	-	-	-
C.V	--	12,97	38,78	64,98	41,54

* significativo, ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

Silva (2007) não verificou diferença estatística no número de tubérculos comerciais, não comerciais e totais em função dos critérios adotados para a adubação de N.

Breganoli (2006) também não verificou diferenças quanto ao número de tubérculos, quando se estudou três cultivares, utilizando NPK na mesma época de cultivo.

O N prolonga o período de tuberização da cultura, o que implica a produção de tubérculos com diferentes idades fisiológicas na mesma planta. Conseqüentemente, ao serem colhidos, os tubérculos podem apresentar diferentes graus de maturidade, com baixa gravidade específica naqueles ainda imaturos. Esses tubérculos, quando submetidos à fritura, apresentam coloração mais escura do que tubérculos colhidos maduros (BRIERLEY et al., 1997).

É conhecido na literatura o efeito do N no retardamento da tuberização e da maturação dos tubérculos (BRIERLEY et al., 1997; STARK et al., 2003), porém este fato não foi observado nos resultados atuais, uma vez que não houve diferença entre as classes estudadas.

3.5. Avaliação do estado nutricional

3.5.1 Diagnose nutricional

Foram analisados os dados de produtividade da população de plantas do experimento instalado no município de Serra do Salitre-MG.

Pode-se observar, na tabela 27, a média de produtividade do grupo classificado como de alta produtividade ($>28 \text{ t ha}^{-1}$) e baixa produtividade ($<28 \text{ t ha}^{-1}$) e os teores médios encontrados dos nutrientes avaliados no tecido foliar da cultura da batata da cultivar Atlantic.

TABELA 27. Teores médios de nutrientes foliares e produtividade da população de alta produtividade ($> 28 \text{ t ha}^{-1}$) e de baixa produtividade ($< 28 \text{ t ha}^{-1}$) de batata da cultivar Atlantic. Uberlândia-MG, 2011.

Produtividade	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
kg ha⁻¹	dag kg⁻¹					mg kg⁻¹					
<i>acima de 28 t ha⁻¹</i>											
31.542	52,8	3,5	49,9	6,5	4,3	2,2	18,9	9,5	104,1	115,7	74,5
<i>abaixo de 28 t ha⁻¹</i>											
26.458	54,1	3,4	49,3	6,50	4,4	2,2	18,8	9,9	103,6	122,7	76,4

Os tratamentos que obtiveram médias classificadas como de alta produtividade, ou seja, produziram mais que 28 t ha^{-1} de tubérculos de batata, foram os tratamentos que receberam como adubação no sulco de plantio a dose de 0, 200 e 400 kg ha^{-1} de P_2O_5 , 600 kg ha^{-1} de K_2O e 210 kg ha^{-1} de N (tabela 28). Como houve variação nas doses de N, P e K, o produtor de batata, cv. Atlantic, poderia obter altas produtividades ($>28 \text{ t ha}^{-1}$) se fosse aplicada uma dose de 200 kg ha^{-1} de P_2O_5 , combinada com as doses de 140 kg ha^{-1} de N e 300 kg ha^{-1} de K_2O , que foram as doses fixas adotadas nos estudos.

Os índices DRIS de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn (tabela 28) que apresentam valores negativos (-) indicam deficiências e os que apresentam valores positivos (+) indicam excesso de nutrientes, em relação aos demais. Os valores variaram entre os tratamentos do experimento, mostrando que os tratamentos de adubação afetaram significativamente a nutrição e, conseqüentemente, a produção da cultura.

A relação entre o equilíbrio nutricional e a produtividade é evidente. Os valores dos índices DRIS (tabela 28) para o grupo de alta produtividade apresentam-se em valores menores daqueles do grupo de baixa produtividade. Isso é devido ao fato de que, quanto mais próximo de zero estiver o valor do índice, mais equilibrado estará o teor do nutriente em relação aos demais.

A comparação do equilíbrio nutricional entre os tratamentos foi feita pelo índice de balanço nutricional (IBN), que é a soma dos valores absolutos, em módulo, dos índices DRIS (tabela 28), ou seja, quanto menor seu valor, melhor será o equilíbrio nutricional da lavoura. Assim, neste caso, observa-se que os tratamentos do grupo de alta produtividade apresentaram-se com melhor equilíbrio nutricional que o grupo de baixa produtividade.

Dentro do grupo de alta produtividade, observa-se que o tratamento com a dose de 400 kg ha^{-1} de P_2O_5 , apresentou IBN de 9,58, o mais baixo entre os tratamentos de alta de produtividade, embora não apresentando a maior produtividade, sendo o

elemento mais limitante o Zn. A maior produtividade foi obtida com o tratamento quando utilizaou da dose de 200 kg ha^{-1} de P_2O_5 (IBN de 13,03), sendo o nutriente mais limitante o elemento Mn. Dentro do grupo de baixa produtividade, o tratamento que apresentou a menor produtividade foi aquele onde foi aplicado no sulco de plantio a dose de 150 kg ha^{-1} de K_2O , que apresentou IBN mais alto entre os IBN estudados, de 56,53, sendo o nutriente limitante o B, com índice DRIS de 8,5.

TABELA 28. Índices DRIS para macro e micronutrientes em lavouras de alta produtividade ($> 28 \text{ t ha}^{-1}$) e baixa produtividade ($< 28 \text{ t ha}^{-1}$) de batata da cultivar Atlantic. Uberlândia-MG, 2011.

Doses			Tratamentos	Produtividade													
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Kg ha ⁻¹	Kg ha ⁻¹	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	IBN	
Índices DRIS para grupo de alta produtividade																	
140	200	300	200 P ₂ O ₅	30.557	-0,2	-0,7	-1,2	1,4	-0,6	0,4	-1,8	0,7	3,9	-1,9	-0,2	13,03	
140	400	300	400 P ₂ O ₅	29.758	-0,4	0,7	-0,6	0,4	-0,1	0,1	-0,2	1,6	-0,7	2,0	-2,8	9,58	
140	400	600	600 K ₂ O	29.087	-0,3	-1,7	0,5	-1,9	0,7	0,3	1,4	-0,2	-0,6	-0,4	2,0	10,10	
140	0	300	0 P ₂ O ₅	29.663	0,2	2,7	2,1	-1,3	-1,1	0,3	-1,6	0,9	-1,1	-1,4	0,2	12,91	
210	400	300	210 N	28.358	0,8	-0,8	-0,7	1,3	0,9	-1,2	2,0	-3,7	-0,8	1,4	0,8	14,29	
0	400	300	0 N	28.308	-5,7	-0,4	-1,2	5,1	4,5	3,6	-6,3	-2,3	-1,2	-1,0	4,9	36,27	
Índices DRIS para grupo de baixa produtividade																	
70	400	300	70 N	27.998	-2,8	-2,6	-1,5	2,4	0,1	2,6	2,6	-1,5	-2,4	2,0	1,0	21,71	
140	400	300	140 N	27.458	0,8	-0,8	-0,7	1,3	0,9	-1,2	2,0	-3,7	-0,8	1,4	0,8	14,29	
280	400	300	280 N	26.232	0,7	1,3	-2,5	-1,9	3,1	-1,4	-2,0	0,7	-1,8	3,0	0,8	19,15	
140	600	300	600 P ₂ O ₅	26.438	0,6	0,2	-0,1	-1,4	-2,7	-3,0	3,5	0,7	3,1	1,5	-2,4	19,31	
140	400	300	300 K ₂ O	26.130	1,3	1,4	-0,3	-2,6	0,1	3,6	0,7	1,0	-0,5	-1,1	-3,7	16,43	
140	800	300	800 P ₂ O ₅	25.762	1,4	0,1	-1,2	-2,8	-5,5	-5,3	5,8	0,3	2,0	5,7	-0,6	30,63	
140	400	150	150 K ₂ O	25.635	0,3	-0,6	-1,5	-3,7	0,9	4,1	1,7	2,1	-2,3	1,0	-2,1	20,28	
140	400	0	0 K ₂ O	24.812	-6,2	-3,8	-6,5	5,2	11,1	2,9	-8,5	6,7	-1,4	-1,9	2,4	56,53	

No grupo de alta produtividade, analisando os tratamentos que obtiveram maiores produtividades, verificou-se que quando foi aplicada a dose de $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$, o nutriente Mn foi o que mais limitou a produtividade, quando a dose foi aumentada para $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$, o nutriente que mais limitou a produtividade foi o Fe. No tratamento com ausência da adubação fosfatada, o nutriente que mais limitou a produtividade foi o B. E nos tratamentos de $600 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ e $210 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, os nutrientes que mais limitaram a produtividade, respectivamente, foram: Ca e Cu. Na ausência da adubação nitrogenada, o nutriente N foi o que mais limitou a produtividade de tubérculos. Na média geral, pode-se observar que o nutriente B foi o que mais limitou a produtividade em todos os tratamentos que obtiveram alta produtividade ($<28 \text{ t ha}^{-1}$), seguido pelo N.

No grupo de baixa produtividade, com as doses de 70, 140 e $280 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, observou-se que os nutrientes que mais limitaram a produtividade foram, respectivamente, N, K e S. Pode-se observar que, com o aumento da dose de N, passando de 70 para 140, o N deixa de ser o nutriente limitante, passando a ser o K o mais limitante na dose de $140 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$. Aumentando-se a dose de N de 140 para 280 kg ha^{-1} , o nutriente limitante, passa do K para S. Na média geral, pode-se observar que o nutriente K foi o que mais limitou a produtividade em todos os tratamentos que obtiveram baixa produtividade ($<28 \text{ t ha}^{-1}$), seguido pelo N.

A baixa produtividade apresentada na dose de 150 kg ha^{-1} de K_2O pode estar relacionada à fonte de K_2O utilizada, pois como a mesma fornece cloro (Cl), provavelmente, este elemento poderia estar influenciando os resultados. No entanto, a aplicação adequada de B não significa que o K passará a limitante, pois as relações entre os nutrientes podem ser alteradas. De acordo com Martinez et al. (2000), nesses casos, limitações de outra ordem devem estar associadas à produtividade da cultura.

O DRIS permitiu conhecer a ordem de limitações dos nutrientes nas lavouras de batata estudadas, avaliando a adequação das relações entre os nutrientes. Contudo, não permite o cálculo da quantidade dos mesmos que deve ser aplicada, informando apenas a ordem e se a limitação ocorre por deficiência (sinal negativo) ou excesso (sinal positivo) em relação aos demais nutrientes.

De acordo com o que pode ser observado na tabela 29, foi possível estabelecer os índices de deficiência dos nutrientes estudados nas áreas com produtividades acima de 28 t ha^{-1} e nas áreas com produtividade abaixo de 28 t ha^{-1} .

TABELA 29. Índice de deficiência de macro e micronutrientes em lavouras de alta produtividade ($>28 \text{ t ha}^{-1}$) e baixa produtividade ($<28 \text{ t ha}^{-1}$) de batata da cultivar Atlantic. Uberlândia-MG, 2011.

Ordem	Índices de deficiência			
	$>28 \text{ t ha}^{-1}$		$<28 \text{ t ha}^{-1}$	
1º	Cu	-2,1	Ca	-2,8
2º	Ca	-1,3	K	-2,2
3º	Zn	-1,3	Zn	-2,1
4º	Fe	-1,2	S	-2,0
5º	N	-1,0	N	-1,9
6º	Mn	-0,8	Cu	-1,8
7º	K	-0,7	P	-1,7
8º	Mg	-0,4	B	-1,6
9º	P	-0,4	Mg	-1,2
10º	S	-0,3	Fe	-1,2
11º	B	-0,3	Mn	-1,0

Entre os nutrientes estudados, o Cu foi o elemento que apresentou maior índice de deficiência no grupo de alta produtividade e, no grupo de baixa produtividade, o elemento que apresentou maior deficiência foi o elemento Ca. Sendo assim, podemos estabelecer a ordem de insuficiência nas áreas de alta produtividade $\text{Cu} > \text{Ca} > \text{Zn} > \text{Fe} > \text{N} > \text{Mn} > \text{K} > \text{Mg} = \text{P} > \text{S} = \text{B}$, e a ordem de insuficiência nas áreas de baixa produtividade $\text{Ca} > \text{K} > \text{Zn} > \text{S} > \text{N} > \text{Cu} > \text{P} > \text{B} > \text{Mg} = \text{Fe} > \text{Mn}$.

Os dados mostram que as áreas estudadas, embora produzindo acima de 28 t ha^{-1} , necessitam de ajustes em seu sistema de manejo da fertilidade do solo, para se atingirem patamares de produção mais elevados.

4 CONCLUSÕES

Não houve influência das doses estudadas de N, P e K na produtividade de tubérculos da cultivar Atlantic.

O teor de sólidos solúveis totais foi influenciado pelas doses de K, sendo observada uma queda de 10% no teor na maior dose.

Quanto à classificação de tubérculos, a classe de tubérculos miúda foi influenciada pelas doses de P_2O_5 , ocorrendo um aumento de cerca de 50% na produtividade dessa classe na maior dose $800 \text{ kg ha}^{-1} P_2O_5$.

O nutriente que mais limitou a produtividade nas áreas de alta produtividade foi o nutriente B, em todos os tratamentos que obtiveram alta produtividade ($>28 \text{ t ha}^{-1}$), seguido pelo N. E nas áreas de baixa produtividade ($<28 \text{ t ha}^{-1}$), o nutriente K foi o que mais limitou a produtividade, em todos os tratamentos, seguido pelo N.

De acordo com o DRIS, estabeleceu-se a ordem de insuficiência nas áreas de alta produtividade $Cu > Ca = Zn > Fe > N > Mn > K > Mg = P > S = B$, e a ordem de insuficiência nas áreas de baixa produtividade $Ca > K > Zn > S > N > Cu > P > B > Mg = Fe > Mn$.

REFERENCIAS

ABBA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA. Batata Show 2006. Disponível em : <www.abbabatatabrasileira.com.br/revista10_024.htm> Acesso em: 08 de jun. 2006.

ABBA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA. **Variedades**. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/2008/variedades.asp>>. Acesso em: 16 dez. 2009.

ABBA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA. **Variedades**. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/2008/variedades.asp>>. Acesso em: 16 nov. 2010.

ABDELGADIR, H.A. et al. The effect of different levels of additional potassium on yield and industrial qualities of potato (*Solanum tuberosum* L.) in an irrigated arid region. **American Journal of Potato Research**, New York. v.80, p.219-222, 2003

ANDA - ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DOS ADUBOS. **Anuário Estatístico**. São Paulo: ANDA, 2000. 252p.

ANDRIOLO, J.L. Sistema hidropônico fechado com subirrigação para produção de minitubérculos de batata. In: SEMINÁRIO DE MELHORAMENTO GENÉTICO E PREVISÃO DE EPIFITIAS EM BATATA, 2006, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: UFSM, CCR, Departamento de Fitotecnia, 2007. p.26-40.

BATAGLIA, O.C.; SANTOS, W.R. Efeito do procedimento de cálculo e da população de referência nos índices do Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa. v.14, p.339-344, 1990.

BATAGLIA, O.C.; DECHEN, A.R.; SANTOS, W.R. Diagnóstico visual e análise de plantas. In: DECHEN, A.R.; BOARETTO, A.E.; VERDADE, F.C. **Adubação, Produtividade e Ecologia**. Campinas: Fundação Cargill, p.369-393, 1992.

BEAUFILS, E.R. **Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS)**. Pietermaritzburg: University of Natal, 1973. 132p. (Soil Sci. Bull. Nº 1).

BEUKEMA, H.P.; ZAAG, D.E. van der. **Introduction to potato production**. Wageningen: Pudoc, 1990. 180p.

BOOCK, O. J.; FREIRE, E.S. Adubação da Batatinha: Experiências com doses crescentes de potássio. **Bragantia**, Campinas, v. 19, n. 37, p. 599-619, 1960.

BREGAGNOLI, M. **Qualidade e produtividade de cultivares de batata para indústria sob diferentes adubações**. 2006. 141f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Escola de Agricultura Luiz de Queiroz-Universidade de São Paulo, Piracicaba 2006.

BRIERLEY, E.R. et al. Aspects of amino acid metabolism in stored potato tubers (cv. Pentland Dell). **Plant Science**, New York v.127, p.17-24, 1997.

BURTON, W. C. Challenges for stress physiology in potato. **American Journal of Potato Research**, New York. v.58, p 3—10, 1981.

CASTRO, C. A. Produtividade e qualidade de duas culturas de batata: resposta a adubação azotada e potássica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife. V.17, n.4,p.15-25, 1994.

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.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL-FAEPE, 2005. 785 p.

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.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 10ª Edição, 400 p., 2004.

CORASPE-LEÓN, H. M. **Aplicações foliares de ácido giberélico e seus efeitos sobre a dormência de batata-semente (*Solanum tuberosum* L.) cv. Atlantic**. 2005. 91.f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”-Universidade de São Paulo, Piracicaba.1995.

DAVENPORT, R.J.Potassium and Specific Gravity of potato tubers. **Better Crops**. Washington.v.84, p. 14-15, 2000.

DAVENPORT, R.J.; BENTLEY, M.E. Doses potassium fertilizer form, source, and time of application influence potato yield and quality in the Columbia basin? **American Journal of Potato Research**. New York. v.73, p.311-318, 2001.

DAVENPORT, R.G. REDULLA, C.A., J.R. EVANS, M.J. HATTENDORF, A.K. ALVA, AND R.A. BOYDSTON. Relating potato yield and quality to field scale variability in soil characteristics. **American Journal of Potato Research**. New York. v.79, p.317-323. 2002.

ELMA CHIPS. **Manual de recomendações técnicas para produção da variedade Atlantic**. 5.ed. Itu, 2000. 15p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de análise química dos solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Solos, 1999. 370p.

EPPENDORFER, W.H.; EGGUM, B.O. Effects of sulfur, phosphorus, potassium, and water stress on dietary fiber fractions, starch, amino acids and on the biological value of potato protein. **Plant Foods for Human Nutrition**, Monróvia. v.45, n.4, p.299-313, 1994.

FERNANDES, A. M. **Crescimento, produtividade, acúmulo e exportação de nutrientes em cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.)** 2010.144.f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita”, 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.p299-304, 2010.

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

FERREIRA, D. F. **Sistema SISVAR para análises estatísticas**: manual de orientação. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2000. 37 p.

FERREIRA P.G; et al. Produtividade e qualidade de tubérculos de batata, cv. Atlantic, em função de épocas de aplicação de silicato de potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília. v. 27, p.3048-3052. 2009.

FONTES, P.C.R.; PAULA, M.B.; MIZUBUTI, A. Produtividade de batata sob a influência de níveis do fertilizante 4-14-8 e do superfosfato simples. **Revista Ceres**, Santa Maria. v.34, n.191, p.90-98, 1987.

FONTES, P.C.R.; REIS JR, R.A.; PEREIRA, P.R.G. Critical potassium concentration and potassium/calcium plus magnesium ratio in potato petioles associated with maximum tuber yields. **Journal of Plant Nutrition**, New York.v. 19, p. 657-667, 1996.

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

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

IMAS, P. Quality Aspects of K Nutrition in Horticultural Crops. IN: IPI-PRII-KKV WORKSHOP ON: RECENT TRENDS IN NUTRITION MANAGEMENT IN HORTICULTURAL CROPS. Maharashtra, India.1999.

LEITE, R.A. **Avaliação do estado nutricional do cafeeiro conilon no estado do Espírito Santo utilizando diferentes métodos de interpretação de análise foliar**. 1993. 87.f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Faculdade de Agronomia. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1993.

LEWIS, R.J. **Petiole nitrate profiles and N uptake: a comparison among seven potato cultivars**. 1989. 24.f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Brigham Young University, Aberdeen, 1989.

- MAIER, N.A. et al. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on yield, specific gravity, crisp colour and tuber chemical composition of potato (*Solanum tuberosum* L.) cv. Kennebec. Crop production in the tropics: a review. **Journal of Plant Nutrition**, New York. v.16,p.1485-1516. 2001.
- MALLMANN, N. **Efeito da adubação na produtividade, qualidade e sanidade de batata cultivada no centro-oeste paranaense**. 2001. 129.f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.
- MELO, P. E.; Seminário de Atualização na cultura da batata, Santa Maria. **Anais...** Seminário de Atualização na cultura da batata. Santa Maria:1997. 76p.
- MANRIQUE, L.A. Greenhouse crops: a reviews. **Journal of Plant Nutrition**, New York.v.16, p.2411-2477, 1993.
- 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.
- PANIQUE E; et al. Potasium rate and source effects on potato yied, quality, and disease interaction, **American Potato Journal**, New Jersey. v. 74,p.379-398.1997.
- PASCHOALINO, J. E.; et al. Prevenção do escurecimento em batatas frescas descascadas e fatiadas. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 185-193, 1993.
- PAULETTI, V.; MENARIN, E. Época de aplicação, fontes e doses de potássio na cultura da batata. **Scientia Agraria**, Piracicaba. v. 5, p. 15-20, 2004.
- PINELLI, L. L. O.;et al. Caracterização química e física de batatas Ágata minimamente processadas, embaladas sob diferentes atmosferas modificadas ativas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 40, p. 1035-1041, 2005.
- POPP, P.R. Batata para processamento – aptidão da matéria-prima para processamento. Curitiba: Paulo Popp Consultoria Ltda. 8p. 2005.
- REIS, J. C. S. **Cultivo de batata cv. Ágata sob diferentes fontes e concentrações de adubação potássica**. 2008. 61.f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Área fitotecnia)- Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.Vitoria da Conquista. 2008.
- 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.
- ROBLES W.G.R. **Dióxido d carbono via fertirrigação em batateira (*Solanum tuberosum* L.) sob condições de campo**. 2003. 160.f. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola de Agronomia “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2003.

RYKBOST, K. A.; CHRISTENSEN N. W.; MAXWELL J. Fertilization of Russet Burbank in short season enviroment. **American Potato Journal**, Nwe Jersey.v. 70, p.699-710.1993.

SANTOS FILHO, A.; et al.**Ensaio de adubação da batatinha (*Solanum tuberosum* L.) em duas regiões produtoras do estado da Bahia**. Comunicado técnico n. 3. Salvador: EPABA - Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia, 1978.

SANGOI, L.; KRUSE, N.D. Doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio e características agronômicas da batata em dois níveis de pH. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v.29, p. 1333-1343, 1999.

SILVA, M. C. C. **Critérios para o manejo da adubação nitrogenada da batata em duas épocas de plantio**. 2007.144.f. Tese. (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia)- Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

STARK, J.; et al. **Tuber quality**. 2003. Disponível em <[HTTP://www.ag.uidaho.edu/potato/production/files](http://www.ag.uidaho.edu/potato/production/files)> Acesso em : 04 de jul. 2004.

YORINORI, G.T. **Curva de crescimento e acúmulo de nutrientes pela cultura da batata cv. 'Atlantic'**. 2003. 66.f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"- Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2003.

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

CAPITULO 4

RESUMO

Produtividade e qualidade de cultivar de batata Asterix em função de doses de NPK

A demanda relativa de fertilizantes para a cultura da batata é a maior entre as culturas produzidas no Brasil, variando de 2,3 a 2,8 t ha⁻¹. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a produtividade e qualidade de tubérculos de batata, cultivar Asterix, em função dos níveis de N, P e K aplicados no sulco de plantio. O experimento foi montado e conduzido no município de Perdizes, Minas Gerais, em área cedida pela empresa Rocheto, na safra de inverno de 2010. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 5 doses e 4 repetições para cada nutriente estudado, totalizando 20 parcelas por experimento. Foram conduzidos, simultaneamente, três experimentos, sendo um para cada nutriente (N, P e K). No experimento de um dos nutrientes, as doses dos demais foram fixadas de acordo com as recomendações. As doses testadas foram: 0, 70, 140, 210 e 240 kg ha⁻¹ de N; 0,150, 300, 450 e 600 kg ha⁻¹ de K₂O e 0, 200, 400, 600 e 800 kg ha⁻¹ de P₂O₅. No solo, foram adicionadas no sulco de plantio as cinco doses do elemento estudado, combinado com as doses consideradas padrão para a cultura da batata, acrescidas de 30 kg ha⁻¹ de uma fonte de micronutrientes. Aos 30 DAP, foram amostradas folhas das plantas de cada parcela e analisadas quanto ao teor de macro e micronutrientes. Ao final dos experimentos, os tubérculos foram colhidos, classificados, pesados e calculada a produtividade da área útil das parcelas e convertidas em kg ha⁻¹. Conclui-se que a produtividade de tubérculos, cultivar Asterix, não foi influenciada pelas doses crescentes de P₂O₅ e K₂O estudadas, contudo ocorreu um aumento da produtividade de tubérculos em função das doses de N aplicadas, até a dose de 173 kg ha⁻¹ de N, onde a produtividade foi de 21,8 t ha⁻¹ de tubérculos. O teor de sólidos solúveis totais foi influenciado somente pelas doses de K₂O. Houve um aumento na produção de batata descarte com o aumento das doses de N, a classe de tubérculos Especial foi influenciada pelas doses crescentes de N, sendo a máxima produtividade obtida na dose de 166 kg ha⁻¹ de N, e segundo o DRIS, pode-se estabelecer a ordem de insuficiência nas áreas de alta produtividade Ca>Mn>P>S>Zn=Cu>K>N>B>Fe>Mg, e a ordem de insuficiência nas áreas de baixa produtividade Ca>Cu>Mg>P>S>Mn>Zn>K>Fe=B>N.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum*; nutrição; fertilidade; produção.

ABSTRACT

Productivity and quality of potato cultivar Asterix according to doses of NPK

The relative fertilizer demand for the culture of potato is the greater enters the produced cultures in Brazil, varying of 2,3 the 2,8 t ha⁻¹. Thus, the objective of this study was to evaluate the potato tubercle productivity and quality of cultivar Asterix in function of the levels of N, P and K in the plantation ridge. The experiment was mounted and lead in the Perdizes, Minas Gerais, the harvest of 2010 winter. The experimental design was lineation was randomized blocks, with 5 doses and 4 repetitions for each studied nutrient, totalizing 20 plots per experiment. Three experiments, being one for each nutrient had been lead simultaneously (N, P and K). In the experiment of one of the nutrients the doses of had been excessively fixed in accordance with the recommendations. The tested doses had been: 0, 70, 140, 210 and 240 kg ha⁻¹ of N; 0,150,300, 450 and 600 kg ha⁻¹ of K₂O and 0, 200, 400, 600 and 800 kg ha⁻¹ of P₂O₅. In the ground the five doses of the studied element had been added in the plantation ridge, combined with the considered doses standard for the culture of the potato, increased of 30 kg ha⁻¹ of a source of micronutrients. To the 30 DAP, level of the plants of each parcel had been showed and analyzed how much to the text of macro and micronutrients. At the end of the experiments the tubers were harvested, graded, weighed and calculated the productivity of the useful area of the parcels and converted into kg ha⁻¹. We conclude that the tuber yield cultivar Asterix, was not affected by increasing doses of P₂O₅ and K₂O studied, however there was an increase in tuber yield in relation to the levels of N applied up to a dose of 173 kg ha⁻¹ N, where productivity was 21.8 t ha⁻¹ tubers. The content of soluble solids was affected by K₂O levels. There was an increase in potato production drop with increasing doses of N, the class of Special tubers was influenced by increasing N, the maximum yield obtained at a rate of 166 kg N ha⁻¹, and according to DRIS can establish the order of failure in areas of high productivity Ca > Mn > P > S > Zn = Cu > K > N > B > Fe > Mg, and the order of failure in areas of low productivity Ca > Cu > Mg > P > S > Mn > Zn > K > Fe = B > N.

Key words: *Solanum tuberosum*; nutrition; fertility; production.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção de batata em 2009 alcançou 3,4 milhões de toneladas, numa área de 139,4 mil hectares (IBGE, 2010). O estado de Minas Gerais ocupa a primeira posição na produção nacional, produzindo 1,1 milhões de tubérculos (AGENCIAMINAS, 2011).

A cultivar Asterix, originada da Holanda, do cruzamento Cardinal x SPVPe 709, apresenta porte alto, com 3 a 5 hastes eretas, folhas medias a grandes, de cor verde-escuro, com alto vigor e com boa cobertura de solo (NIVAA, 1997). Possui baixos teores de açúcares redutores e teores altos de sólidos solúveis, características ideais para batata com finalidade industrial, além de possuir um ciclo médio-precoce.

Cultivar de ciclo semi-tardio, com rendimento elevado, imune ao coração oco, possui resistência ao nematóide dourado e ao cancro, resistência moderada à requeima das folhas e a sarna comum. Os tubérculos apresentam coloração avermelhada; formato oval-alongado; possuem gemas muito superficiais; polpa amarela; alto teor de massa seca; qualidade excelente para fritura; é bastante resistente a conservação pós-colheita. Sob estresse hídrico, térmico e nutricional, a cultivar apresenta desuniformidade na formação de tubérculos. O teor de MS é de médio a alto e é indicada para fritura em palitos e salada (NIVAA, 1997).

De acordo com Jackson e Haddock (1959), a cultivar Asterix absorve, em ordem decrescente, entre 50 a 60 dias do plantio $K > Ca > N > Mg > P > Zn > B$ na parte aérea e $K > N > P > Mg > Ca > B > Zn$ nos tubérculos.

A resposta da batateira à aplicação de fertilizantes varia de acordo com a cultivar, densidade de plantio, cultura antecessora, conteúdo de nutrientes no solo, umidade do solo e manejo da cultura, ou seja, o sistema de produção como um todo. Desta forma, é importante observar o momento adequado para realização das práticas culturais, a precisão e o equilíbrio na quantidade de insumos, fundamentais para obtenção de produtividades satisfatórias (FONTES, 1997).

A composição química da batata varia em função de fatores como condições climáticas, práticas culturais, condições do solo, estágio de maturação, efeito do armazenamento, sobretudo da adubação e da cultivar (PEREIRA; COSTA, 1997).

A taxa de absorção de nutrientes pelos vegetais obedece à concentração externa e a demanda quando do desenvolvimento das plantas e atividade dos seus diversos órgãos. O nível de nutrientes na solução do solo deve ser suficiente, de tal forma que a

taxa de absorção não seja limitante ao crescimento das plantas. Por outro lado, a concentração de nutrientes demasiadamente alta na fase líquida do solo pode causar sua excessiva absorção, o que poderia induzir a uma redução no crescimento devido à toxidez ou à interferência de certos elementos na absorção de outros nutrientes pelas plantas (FONTES, 1997). O aumento do consumo de produtos industrializados de batata no Brasil tem sido limitado pela pouca disponibilidade de materiais genéticos adequados à industrialização (VENDRUSCOLO, 1998).

A batata que se destina ao processamento deve apresentar características de qualidade como tamanho e coloração uniforme dos tubérculos, com tonalidade dourada-clara (KUNKEL; HOLSTAD, 1972; MELO, 1997). Os principais fatores condicionantes dessas características são o conteúdo de açúcares redutores (glicose e frutose), o teor de matéria seca e o formato oblongo dos tubérculos (SALAMONI et al., 2000). O teor de matéria seca dos tubérculos determina não apenas a absorção de óleo durante a fritura, mas também a textura, o sabor e o rendimento em chips (LULAI; ORR, 1979; SILVA 1991; CAPÉZIO et al., 1993). Teores elevados de matéria seca conferem maior crocância e diminuem a absorção de óleo na fritura, devendo ser de pelo menos de 20% (MELO, 1997).

Com relação aos macronutrientes, especificamente N, P e K, são essenciais ao desenvolvimento das plantas, por fazerem parte do metabolismo, funções, entre outras, nas plantas.

Quanto ao P, as plantas de batata o assimilam com bastante dificuldade. Conseqüentemente, é importante que a presença do P no solo ocorra sob uma fonte de fácil disponibilização e em quantidades suficientes. O P tem influência significativa na redução do ciclo vegetativo e no aumento do número de tubérculos por planta de batata, mas pouco contribui para o aumento da produtividade e para tamanho do tubérculo (FONTES, 1999; ZAAG, 1993). Tal constatação está de acordo com Beukema e Zaag (1990) e Zaag (1993) que afirmam não ter o P efeito notável sobre a produção de MS, a não ser quando aplicado em doses excessivamente altas. A deficiência de P também está associada a solos que não receberam adubação nitrogenada e ocorrem de forma mais marcante em solos arenosos, ácidos e pobres em matéria orgânica.

As plantas de batata assimilam o N durante toda a sua fase vegetativa. Todavia, a assimilação do N é maior a partir do ponto em que quando a planta alcança a altura de 20 a 30 cm, quando seu teor pode superar 4% de N da matéria seca da planta. O teor de

N na folhagem da batata diminui gradativamente quando começa a tuberização, pois parte do N assimilado desloca-se para os tubérculos (ZAAG, 1993).

O crescimento vegetativo da parte aérea e dos tubérculos não é apenas estimulado pelo N, mas também pelo comprimento dos dias, pela temperatura e pela umidade. Variedades com grande crescimento vegetativo de ramas e folhagem, cultivadas sob condições favoráveis de comprimento do dia (dias longos), de temperatura e de umidade podem receber doses menores de N do que aquelas cultivadas em condições não favoráveis, tais como dias mais curtos, ou temperaturas e umidade relativas baixas (ZAAG, 1993).

O K não afeta diretamente a produtividade, mas pode influir na qualidade da produção em fatores como o tamanho do tubérculo, no seu teor de matéria seca, na presença de manchas escuras nos tubérculos, na resistência a danos mecânicos quando do seu manuseio, no escurecimento destes após seu cozimento e na qualidade dos tubérculos durante seu armazenamento (BEUKEMA; ZAAG, 1990).

O sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) foi desenvolvido como uma ferramenta de diagnóstico nutricional a partir de trabalhos com seringueiras (*Hevea brasiliensis*), nas décadas de 50 e 60 (BEAUFILS, 1973), e sua aplicação em larga escala tem sido feita nas espécies agrícolas, principalmente, nos cereais e nas oleaginosas.

Em hipótese, o DRIS consiste de um sistema de análise que, por considerar o equilíbrio entre os nutrientes no processo de diagnóstico nutricional, seria menos afetado por efeitos de diluição e de concentração. Em razão disto, as normas DRIS teriam maior independência das condições locais que os padrões gerados por curvas de calibração.

O DRIS apresenta como vantagem a possibilidade de identificar a ordem de limitação nutricional (BATAGLIA et al., 1992), permitindo agrupar os nutrientes desde o mais limitante por deficiência até aquele que está em níveis excessivos. Facilmente, identifica-se a necessidade de um nutriente que não está sendo utilizado na prática ou o está sendo em níveis infra-ótimos (o mais limitante), como também os nutrientes que estejam em excesso.

A interpretação do DRIS é baseada na obtenção de índices estudentizados para cada nutriente, obtidos estes de funções das relações (quocientes) entre os teores dos nutrientes. Índices DRIS positivos indicam excesso e índices DRIS negativos indicam deficiência, enquanto que índices DRIS iguais a, ou próximos a zero, indicam equilíbrio nutricional. No Brasil, trabalhos recentes com DRIS têm incluído todas as relações

possíveis entre os nutrientes no cálculo dos índices (BATAGLIA; SANTOS, 1990; LEITE, 1993).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e qualidade de tubérculos de batata, cv. Asterix, em função dos níveis das doses de N, P e K aplicados no sulco de plantio.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e instalação

O experimento foi instalado e conduzido no município de Perdizes (19°21'10"S e 47°17'34" O), no estado de Minas Gerais, em 12 de julho de 2010, utilizando a cultivar Asterix, destinada a indústria, sendo colhidos os tubérculos cerca de 90 dias após o plantio, quando as áreas atingiram o ponto de colheita comercial. Os estudos foram conduzidos em área cedida pela empresa Rocheto.

A análise química do solo onde os experimentos foram instalados foi determinada segundo método descrito pela EMBRAPA (1999) e apresentou os seguintes resultados: $P = 19,8 \text{ mg dm}^{-3}$; $K = 90 \text{ mg dm}^{-3}$, $\text{pH H}_2\text{O} = 5,7$; $\text{Ca}^{2+} = 3,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{2+} = 0,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{Al}^{+3} = 0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $T = 7,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{SB} = 4,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-33}$.

O solo onde os experimentos foram instalados é classificado como Latossolo vermelho distrófico (LVd) e apresenta textura argilosa, com cerca de 60% de argila.

O clima de Perdizes é caracterizado como tropical de altitude, com média anual de 20,4 °C e precipitação de 119,8 mm durante a condução do experimento.

2.2 Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 5 doses e 4 repetições para cada nutriente estudado. Foram conduzidos, simultaneamente, três experimentos, sendo um para cada nutriente (N, P e K) e em cada local, com cada cultivar.

O delineamento experimental seguiu os mesmo descritos no capítulo 2 desta tese.

2.3 Instalação e condução do experimento

Quanto à instalação e condução do experimento, estas seguiram as mesmas descritas no capítulo 2 desta tese.

2.4 Características avaliadas

2.4.1 Teor foliar de macro e micronutrientes

As avaliações quanto aos teores foliares de macro e micronutriente seguiram as mesmas apresentadas no capítulo 2 desta tese.

2.4.2 Produtividade de tubérculos

Ao final dos experimentos, os tubérculos foram colhidos, pesados e calculada a produtividade da área útil das parcelas sendo convertidas em kg ha⁻¹.

2.4.3 Classificação dos tubérculos

Ao final dos experimentos, os tubérculos foram colhidos, pesados e classificados de acordo com sua destinação, indústria ou comércio *in natura*.

A classificação foi feita de acordo com o diâmetro dos tubérculos e com as características da espécie.

Para a cultivar Asterix, os tubérculos foram classificados levando-se em consideração o diâmetro transversal dos mesmos, em Especial (42 a 70mm), Primeirinha (33 a 42mm) , Pirulito (28 a 33mm) e Descarte (descartadas com danos mecânicos e doenças).

2.4.4 Teor de sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis foi determinado através da técnica do densímetro, utilizando-se para tal uma alíquota de 3,630 kg de batata de cada parcela em tanque com capacidade de 100 L de água. Portanto, quando a amostra foi submergida na água, ocorreu um deslocamento de água, obtendo-se, desta forma, o teor de sólidos solúveis em porcentagem.

2.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância para verificar a existência de diferenças entre os tratamentos. Para a comparação das médias, aplicou-se o teste de F, a 5%, e submetidos a análise de regressão polinomial. Para as análises, foi utilizado o programa estatístico SISVAR, (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Produtividade de tubérculos cultivar Asterix

3.1.1 Efeito das doses crescentes de fósforo na produção total de tubérculos

A cultivar Asterix não apresentou diferença significativa na produtividade de tubérculos, quando doses crescentes de P_2O_5 foram aplicadas ao solo no plantio (tabela 30).

TABELA 30. Resumo do quadro de análise de variância, para produtividade da cultivar Asterix, em função das doses de P_2O_5 , aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.

F.V	G.L	F calculado
P_2O_5	4	1,435 ^{ns}
Bloco	3	--
Resíduo	12	
C.V %	15,44	

*significativo, ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

A produtividade máxima alcançada, de acordo com a tabela 31 e neste estudo, foi de 23,7 t ha⁻¹ de tubérculos, produtividade esta próxima da média do estado de Minas Gerais, que registraram, na safra de 2010, 1,1 milhão de toneladas de tubérculos colhidos, com uma produtividade de 28 t ha⁻¹ (AgenciaMinas, 2011). A produtividade mais baixa encontrada no estudo justifica-se pela presença da doença marchadeira (*Ralstonia solanacearum*), na área cultivada.

TABELA 31. Produtividade médias de tubérculos da cultivar Asterix, em função de doses de P_2O_5 aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.

Doses de P_2O_5	Médias Observadas
Kg ha ⁻¹	t ha ⁻¹
0	20,31
200	18,26
400	20,96
600	21,05
800	23,70

A ausência de respostas para a produtividade também pode ser atribuída a dificuldade que as plantas de batata tem em assimilar o P. Assim, é importante que a presença do P no solo ocorra sob uma fonte de fácil disponibilização e em quantidades suficientes, e, além disso, pode-se atribuir ao fato que de apenas cerca de 20% do fósforo aplicado no solo seja realmente assimilado pelas plantas, o restante geralmente pode vir a se fixar indo para a fração sólida do solo.

No entanto, quando o solo apresentar alto índice de acidez, o P pode ser precipitado pelos íons de Fe e Al e, quando o pH for próximo a neutro, o Ca pode dificultar a assimilação do P pelas plantas.

O P tem influência significativa na redução do ciclo vegetativo e no aumento do número de tubérculos por planta de batata, mas pouco contribui para o aumento da produtividade e para tamanho do tubérculo (FONTES, 1999; ZAAG, 1993). Tal constatação está de acordo com Beukema e Zaag (1990) e Zaag (1993) que afirmam não ter o P efeito notável sobre a produção de MS, a não ser quando aplicado em doses excessivamente altas. A deficiência de P também está associada a solos que não receberam adubação nitrogenada e ocorrem de forma mais marcante em solos arenosos, ácidos e pobres em matéria orgânica.

No Brasil, deficiências de P em batata podem aparecer em todos os tipos de solos já que estes são normalmente muitos pobres.

Arrobas e Rodrigues (2009) não encontraram resposta significativa para a produção de tubérculos com a aplicação de fósforo nas doses de 0, 50, 100 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Nava *et al.* (2007) verificaram, nas safras de 1999/2000, interação significativa entre a adubação nitrogenada e fosfatada, sendo que o fornecimento desses nutrientes aumentou a produção de tubérculos. As doses de P₂O₅ para a máxima eficiência técnica foram de 775; 820 e 690 kg ha⁻¹ (NAVA *et al.*, 2007)

3.1.2 Efeito das doses crescentes de Potássio na produção total de tubérculos

A produtividade total de tubérculos não foi afetada pelas doses crescentes de potássio aplicadas no sulco de plantio (tabela 32). Sendo que a produtividade máxima obtida foi de 23,05 t ha⁻¹, quando a dose de 300 kg ha⁻¹ foi utilizada (tabela 33).

TABELA 32. Resumo do quadro de análise de variância, para produtividade da cultivar Asterix, em função das doses de K₂O, aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.

F.V	G.L	F calculado
K	4	0,726 ^{ns}
Bloco	3	--
Resíduo	12	
C.V %	16,27	

*significativo, ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

Tabela 33. Produtividades médias de tubérculos, observadas em $t\ ha^{-1}$ da cultivar Asterix, produzidos em Perdizes, em função das doses de K_2O utilizadas. Uberlândia-MG, 2011.

Doses de K_2O	Médias Observadas
$Kg\ ha^{-1}$	$t\ ha^{-1}$
0	21,51
150	19,01
300	23,05
450	21,02
600	21,82

A possível ausência de reposta no estudo e a adubação potássica adotada podem ter sido devido ao teor de K inicial encontrado no solo, de cerca de $180\ kg\ ha^{-1}$ de K.

Os resultados do efeito de doses de K na produtividade de tubérculos são contraditórios na literatura, mostrando ausência de repostas (DAVENPROT; BENTLEY, 2001; ABDELGADIR et al., 2003; PAULETTI; MENARIN, 2004) e respostas positivas (WESTERMANN et al., 1994). Essas discrepâncias podem ser atribuídas à composição química do solo, afetando a disponibilidade do nutriente as plantas, ou teores elevados no solo, acima das necessidades da cultura. Em solos calcários com elevados teores de Ca^{+2} e Mg^{+2} , a falta de resposta ao K foi atribuída às interações antagônicas entre os três elementos (JAMES et al., 2004).

De acordo com Pauletti e Menarin (2004), o excesso de potássio fornecido às batateiras faz com que ocorra o aumento de sua absorção e acúmulo na planta.

Reis Junior e Monnerat (2001), quando estudaram a exportação de nutrientes em função das doses de sulfato de potássio, verificaram que a adubação com K_2SO_4 não influenciou a produção de matéria seca de tubérculos e nem houve interação significativa entre doses de K_2SO_4 e época de amostragem, porém as doses crescentes de sulfato de potássio aumentaram a produção de matéria fresca de tubérculos, alcançando valor máximo de $30,5\ t\ ha^{-1}$ com a aplicação de $736\ kg\ ha^{-1}$ de K_2SO_4 (FONTES et al., 1996).

Deve ser tomado cuidado para que o aumento de produção de tubérculos não esteja associado a tubérculos de baixa qualidade (REIS JÚNIOR; FONTES, 1996). Isto ocorre porque, de acordo com ARCE (1996), a adubação de potássio está mais relacionada com a qualidade do que com a produtividade.

Pauletti e Menarin (2004) não observaram influência na produtividade total de tubérculos pelo acréscimo de teores de K, quando a fonte utilizada foi o sulfato de potássio, mas foi reduzida com a aplicação de cloreto.

Quadros *et al.* (2009), estudando a composição química de tubérculos de batata para processamento, cultivados sob diferentes doses e fontes de potássio, obtiveram que, em relação à fonte de adubação potássica utilizada, o sulfato foi a melhor fonte, pois os teores obtidos com cloreto mostraram-se inferiores para as variáveis vitamina C, cinzas, carboidratos, energia e amido.

Em adubações excessivas de potássio, ocorre uma maior absorção e acúmulo na planta. Isto reduz o potencial osmótico e aumenta a absorção de água, o que causa diluição do amido devido ao aumento da umidade dos tubérculos (PAULETTI; MENARIN, 2004), fato este não desejável em cultivares que são destinadas à indústria.

Embora o potássio seja requerido em altas quantidades, seu uso excessivo na cultura da batata, com doses acima da necessária para o satisfatório crescimento e desenvolvimento das plantas, pode reduzir a produção de tubérculos, além de elevar os custos de produção e causar impactos ambientais. É interessante ressaltar que altas doses de adubação potássica elevam a condutividade elétrica e a relação $K^+/(Ca^{2+}+Mg^{2+})^{1/2}$ do solo, prejudicando a produção de tubérculos (REIS JUNIOR; FONTES, 1999).

A exigência total por K e por uma cultura de batata com produtividade de 25,0 t ha⁻¹ é de 137,5 kg ha⁻¹, sendo que destes em torno de 62,5 kg ha⁻¹ estão contidos nos tubérculos e 75,0 kg ha⁻¹ nas ramas (MALAVOLTA; CROCOMO, 1982).

3.1.3 Efeito das doses crescentes de Nitrogênio na produção total de tubérculos

A produtividade de tubérculos foi influenciada pelas doses crescentes de N aplicadas no solo, ajustando se a um modelo quadrático (tabela 34).

TABELA 34. Resumo do quadro de análise de variância, para produtividade da cultivar Asterix, em função das doses de N, aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.

F.V	G.L	F calculado
N	4	7,420*
Bloco	3	--
Resíduo	12	
C.V %	15,6	

*significativo, ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

A produtividade de tubérculos aumentou com as doses de N estudadas até a dose de 173 kg ha⁻¹, onde a produtividade foi de 21,8 t ha⁻¹ de tubérculos (figura 13).

A dose de 173 kg ha⁻¹ está dentro da dose de fertilização de N de 70 a 330 kg ha⁻¹ de N, encontrada por Kolbe e Beckmann (1997), e de 60 a 250 kg ha⁻¹ de N, citada por Fontes (1997). Para o estado de Minas Gerais, a recomendação é de 190 kg ha⁻¹ de N (FONTES, 1999).

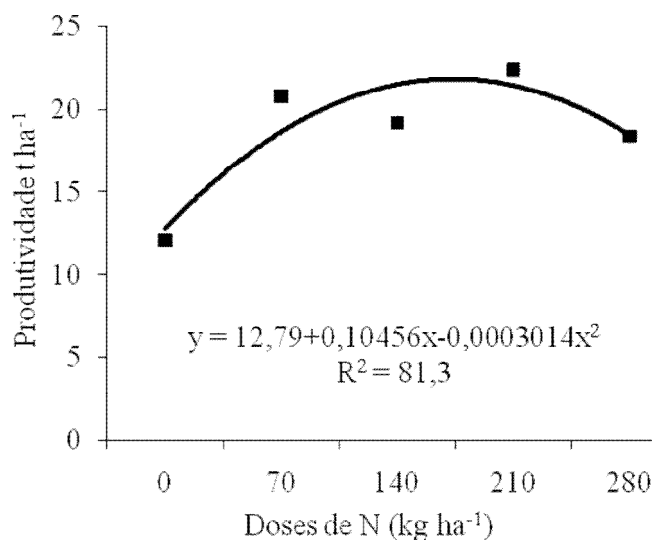


FIGURA 13. Produtividade de tubérculos de batata, cultivar Asterix, em função das doses de N aplicadas no sulco de plantio, Uberlândia-MG, 2011.

Silva *et al.* (2007), estudando modelos estatísticos para descrever a produtividade de batata em função da adubação nitrogenada, encontraram que no modelo quadrático, a dose máxima estimada de N foi 178 kg ha⁻¹, propiciando a máxima produtividade física de 40.720 kg ha⁻¹ de tubérculos, cultivar Monalisa. A dose máxima econômica de N foi menor, 163 ou 171 kg ha⁻¹, no cenário desfavorável ou favorável de preços da batata, respectivamente. Sendo assim, a dose máxima encontrada neste estudo corroboram com estudos já realizados com relação a adubação nitrogenada na cultura da batata.

Andriolo *et al.* (2006) verificaram que a quantidade de N fornecida pela adubação pode ser de até 183 kg ha⁻¹, para uma produtividade de tubérculos de 52,7 t ha⁻¹, para a cultivar Asterix.

Gil (2001), utilizando adubação nitrogenada no plantio e em cobertura, verificou que com o aumento das doses de N no plantio, as respostas de produtividade de tubérculos aumentaram de forma quadrática.

Cardoso (2007), estudando doses e parcelamento de nitrogênio e potássio, não verificou diferença significativa na produtividade de tubérculos das cultivares Ágata, Monalisa e Vivaldi.

Andriolo *et al.* (2000), estudando a influência de doses de N na qualidade de batata frita tipo chips, verificaram que o teor mais elevado, de 20,1%, foi obtido na dose correspondente a 266 kg ha⁻¹ de nitrogênio, decrescendo nas doses superiores. Este resultado confirma dados de outros autores que observaram que doses elevadas de nitrogênio reduzem o teor de matéria seca dos tubérculos, com conseqüente aumento na oleosidade e redução da crocância dos chips (KUNKEL; HOLSTAD, 1972). Os mesmos autores também observaram que o excesso de N prolonga o ciclo da cultura, retardando a maturação dos tubérculos.

3.1.4 Sólidos solúveis totais

Os teores de sólidos solúveis nos tubérculos de batata, em função das doses de K₂O testadas, estão apresentados na tabela 35, na qual pode-se observar os teores de sólidos solúveis encontrados em cada dose testada e a média geral do teor.

TABELA 35. Teor de sólidos solúveis, em função dos níveis de adubos utilizados. Uberlândia -MG, 2011.

Oschandia MG, 2011.						
	K ₂ O					
	DOSES kg ha ⁻¹					
	0	150	300	450	600	MEDIA
	-----%					
Sólidos Solúveis	22,3	15,55	15,92	18,27	15,52	17,51
C.V%	16,25					

Na tabela 36, observa-se que houve diferença significativa para as doses de K₂O estudadas, onde estas influenciaram nos teores de sólidos solúveis encontrados nos tubérculos.

TABELA 36. Resumo do quadro de análise de variância, para sólidos solúveis em função das doses de K_2O , Uberlândia-MG, 2011.

F.V	G.L	F calculado
Regr. Linear	1	46.87225*
Regr. Quadrática	1	28.42875 ^{ns}
Regr. Cubica	1	59.78025*
Tratamentos	4	33.82325--
Blocos	3	0.66183 ^{ns}
Resíduo	12	
Total	19	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$), * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

Foi verificado ajuste ao modelo quadrático em função das doses estudadas, onde na dose de 139 kg ha^{-1} foi observado o menor teor de sólidos solúveis, 16,4 % (figura 14).

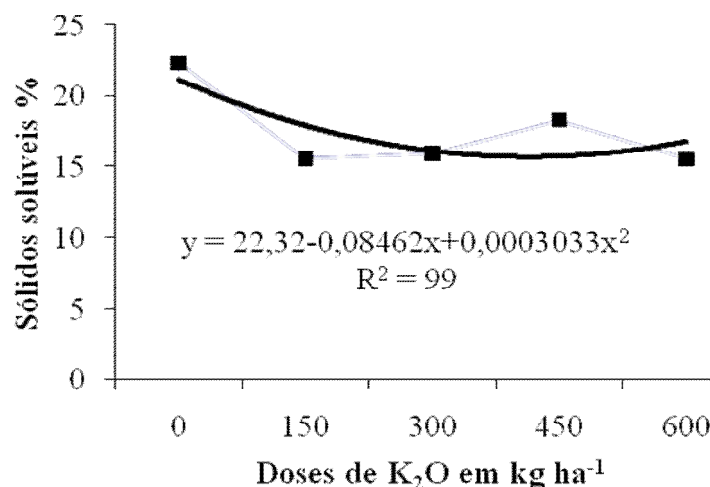


FIGURA14. Teor de sólidos solúveis totais em função da doses de K_2O aplicadas no sulco da cultivar Asterix, Uberlândia-MG, 2011.

Para Chitarra e Chitarra (2005), o teor de sólidos solúveis totais é utilizado como uma medida indireta do teor de açúcares, podendo variar de 2% a 25%, a depender da espécie, dos estádios de maturação e do clima. Pinelli *et al.* (2005) obtiveram valores próximos de sólidos solúveis para a cultivar Ágata (3,9% a 4,7%), logo após o processamento mínimo das batatas. Paschoalino *et al.* (1993), avaliando características de qualidade de seis cultivares de batata, observaram oscilação nos valores de sólidos solúveis de 5,1% a 6,8%. Feltran *et al.* (2004) avaliaram a qualidade tecnológica e a utilização de tubérculos de batata, visando identificar a melhor forma de utilização e consumo. Esses autores encontraram valores de SS de 5,46%, 5,32%,

4,88% e 3,91% para Ágata, Picasso, Mondial e Solide, respectivamente, e concluíram que os SS são influenciados pelo material genético.

Altos teores de açúcares redutores causam escurecimento indesejável da batata durante a fritura, reduzindo a aceitação comercial.

Já com adubações excessivas, e conseguinte aumento da absorção e acúmulo de K pela planta, há redução do potencial osmótico e aumento da absorção da água, o que causa a diluição dos teores de matéria seca e amido nos tubérculos (REIS JUNIOR; FONTES, 1999).

O aumento nos teores de K pode ocasionar aumento na retenção de água no tubérculo e conseqüentemente menor valor comercial do produto pela redução do teor de matéria seca (DAVENPORT, 2001).

Como o potássio não faz parte de estruturas celulares conhecidas, especula-se que o aumento do teor de K nos tecidos dos tubérculos (REIS JUNIOR; MONNERAT, 1997) reduza o potencial hídrico e favoreça o acúmulo de água nestes tecidos.

Bregagnoli (2006) relata que a classificação da batata em relação à sua aptidão de uso (fritura, cozimento ou massa) é dependente das características bromatológicas dos tubérculos.

Ferreira *et al.* (2009), estudando a produtividade e a qualidade de tubérculos de batata, cv. Atlantic, em função de épocas de aplicação de silicato de potássio, verificaram teores de sólidos solúveis variando de 17,72% no tratamento com aplicação de silicato de potássio duas vezes por semana, a 17,22% no tratamento com aplicação uma vez por semana.

Doses elevadas de K podem contribuir para um “consumo de luxo” do K pelas plantas e, além disso, contribuir para a redução da qualidade de batatas destinadas à fritura, uma vez que ocorre acúmulo de água nos tubérculos com a redução da matéria seca.

Cardoso *et al.* (2007) relataram que o uso do parcelamento e da dose da adubação nitrogenada e potássica não contribuíram para o aumento da sólidos solúveis totais nos tubérculos de batata.

A composição química e bioquímica dos tubérculos é importante não somente para determinar a qualidade da batata, mas também a qualidade do produto final (PESHIN, 2000).

Feltran *et al.* (2004) avaliaram a qualidade tecnológica e a utilização de tubérculos de batata, visando identificar a melhor forma de utilização e consumo.

Com relação às doses de P_2O_5 e N utilizadas no estudo, pode-se verificar, nas tabelas 37 e 38, que não houve diferença significativa para os teores de sólidos solúveis totais encontrados.

TABELA 37. Resumo do quadro de análise de variância, para sólidos solúveis em função das doses de P_2O_5 ,Uberlândia-MG, 2011.

F.V	G.L	F calculado
Regr. Linear	1	1.225000 ^{ns}
Regr. Quadrática	1	0.160714 ^{ns}
Regr. Cubica	1	2.025000 ^{ns}
Tratamentos	4	2.825000 --
Blocos	3	3.383333 ^{ns}
Resíduo	12	
Total	19	

** significativo, ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$), * significativo, ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

TABELA 38. Resumo do quadro de análise de variância, para sólidos solúveis em função das doses de N,Uberlândia-MG, 2011.

F.V	G.L	F calculado
Regr. Linear	1	10.000000 ^{ns}
Regr. Quadrática	1	4.571429 ^{ns}
Regr. Cubica	1	0.000000 ^{ns}
Tratamentos	4	4.800000 --
Blocos	3	1.250000 ^{ns}
Resíduo	12	
Total	19	

** significativo, ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$), * significativo, ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

Kunkel e Holstad (1972) observaram, em materiais genéticos diferentes da cv. Asterix, aumento do teor de açúcares redutores e escurecimento dos chips com doses elevadas de adubação nitrogenada. Os resultados indicaram que as doses de N aplicadas durante o ciclo da cultura podem alterar a qualidade dos chips produzidos a partir de tubérculos da cv. Asterix.

4.2 Classificação de tubérculos

4.2.1 Efeito das doses crescentes de nitrogênio na classificação de tubérculos

Na classificação de tubérculos, as doses crescentes de N proporcionaram diferença significativa para as classes especial (42-70mm) e descarte (tabela 39). Devido a isso foi,

possível observar que ocorreu um aumento na produtividade de tubérculos da classe especial até a dose de até 166,4 kg ha⁻¹ de N, onde obteve-se uma produtividade de 12,52 kg ha⁻¹ de tubérculos pertencentes a esta classe (figura 15).

Este fato é desejável, visto que os tubérculos da classe especial são consideráveis comercializáveis.

TABELA 39. Resumo do quadro de análise de variância, para classificação da cultivar Asterix, em função das doses de N aplicadas no sulco de plantio, Uberlândia-MG, 2011.

FV	GL	Especial	Primeirinha	Pirulito	Descarte
P ₂ O ₅	4	5,712 *	1,633 ^{ns}	0,245 ^{ns}	3,500 *
Bloco	3	-	-	-	-
Resíduo	12	-	-	-	-
C.V	--	19,80	41,46	45,20	45,35

*significativo, ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

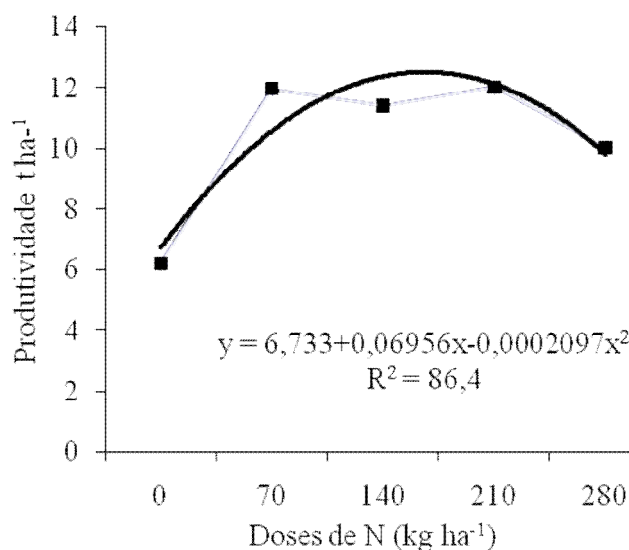


FIGURA 15. Produtividade de tubérculos de batata, cultivar Asterix, classe Especial, em função das doses de N aplicadas no sulco de plantio, Uberlândia-MG, 2011.

Com relação à classificação dos tubérculos na classe de descarte (figura 16), observou-se um aumento na produção de tubérculos nesta classe à medida que a dose fornecida de N foi aumentando, passando de 1,05 t ha⁻¹ para 2,12 t ha⁻¹, um aumento de quase 50% de produtividade com a maior dose, sugerindo que doses elevadas de N elevem as perdas nas áreas de produção, diminuindo a renda dos produtores, uma vez que os tubérculos classificados como de descarte apresentam danos, manchas verdes e/ou incidência de doenças.

Andriolo *et al.* (2006) estimaram as quantidades de N a serem fornecidas pela adubação de forma a ajustar as quantidades às necessidades da cultura. A quantidade determinada foi de 183 kg ha^{-1} de N, para uma produtividade de tubérculos de $52,7 \text{ t ha}^{-1}$. A essas quantidades devem ser acrescidas as perdas inerentes às condições ambientais e de manejo da lavoura que determinam a eficiência de utilização do N pela cultura.

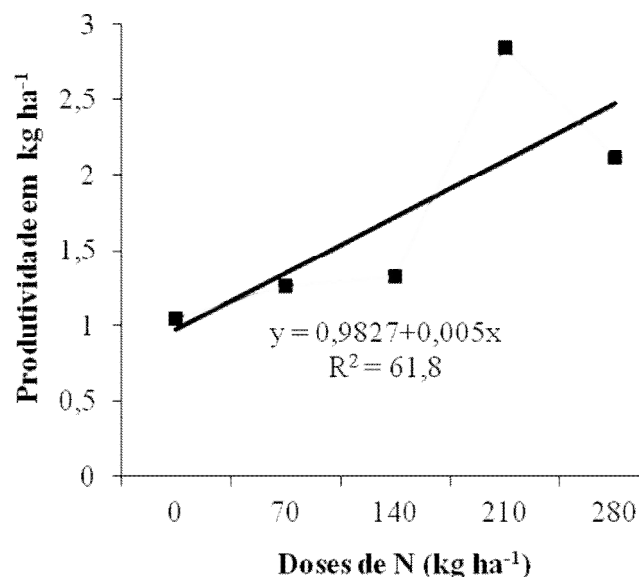


FIGURA 16. Produtividade de tubérculos de batata, cultivar Asterix, classe Descarte, em função das doses de N aplicadas no sulco de plantio, Uberlândia-MG, 2011.

De acordo com Bregagnoli (2006), o N tem correlação positiva com o tamanho, peso e teor de açúcares redutores dos tubérculos, mas pode diminuir os teores de amido, conseqüentemente matéria seca e gravidade específica.

4.2.2 Efeito das doses crescentes de fósforo na classificação de tubérculos

Verifica-se, na tabela 40, que a classificação de tubérculos não foi influenciada pelas doses crescentes de P_2O_5 testadas.

Os resultados de produtividade total de tubérculos concordaram com os resultados aqui obtidos.

Em trabalho realizado por Bezerra *et al.* (2009) com a aplicação de organominerais, as percentagens das classes batata Extra, Miúda, Boneca e Descarte, não foram significativamente diferentes.

TABELA 40. Resumo do quadro de análise de variância, para classificação da cultivar Asterix, em função das doses de P_2O_5 aplicadas no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.

FV	GL	Especial	Primeirinha	Pirulito	Descarte
P_2O_5	4	1,735 ^{ns}	0,535 ^{ns}	0,201 ^{ns}	2,509 ^{ns}
Bloco	3	-	-	-	-
Resíduo	12	-	-	-	-
C.V	--	18,23	62,81	58,37	47,56

*significativo, ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

Os resultados encontrados neste estudo não concordam com os resultados obtidos por Mallmann (2001), que encontrou produtividade máxima de tubérculos com diâmetro maior que 45 mm, com média em torno de 35,6 Mg ha⁻¹ para a dose de 840 kg ha⁻¹ de P_2O_5 .

Sangoi e Kruse (1994) observaram um aumento do rendimento de tubérculos de batata semente até a dosagem de 2,8 t ha⁻¹ da fórmula 5-20-10 (correspondente a 560 kg de P).

4.2.3 Efeito das doses crescentes de potássio na classificação de tubérculos

Verifica-se, na tabela 41, que a classificação de tubérculos não foi influenciada pelas doses crescentes de K testadas.

Os resultados de produtividade total de tubérculos concordaram com os resultados aqui obtidos.

Mesmo doses crescentes de K, estando relacionadas ao aumento de tamanho dos tubérculos, não foram observadas neste estudo, não tendo influenciado em nenhuma das classes de tubérculos avaliadas.

TABELA 41. Resumo do quadro de análise de variância, para classificação da cultivar Asterix, em função das doses de K_2O , aplicados no sulco de plantio. Uberlândia-MG, 2011.

FV	GL	Especial	Primeirinha	Pirulito	Descarte
P_2O_5	4	0,614 ^{ns}	2,348 ^{ns}	0,167 ^{ns}	1,657 ^{ns}
Bloco	3	-	-	-	-
Resíduo	12	-	-	-	-
C.V	--	16,72	32,53	45,8	50,67

*significativo, ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

Mallmann (2001) notou uma tendência de aumento da produtividade de tubérculos maior que 45 mm até a dose de 480 kg ha⁻¹ de K_2O . Com dosagem maior, a

produtividade tendeu a decrescer de forma semelhante à produtividade total, caracterizando o possível efeito tóxico da presença de Cl também na produtividade comercial de tubérculos, como propôs Malavolta (1982).

Mallmann (2001) encontrou produtividade máxima de tubérculos maior que 45 mm, quando utilizou a fonte sulfato de potássio, porém ao contrário dos tratamentos onde Cl era a fonte de potássio e que não alcançaram a produtividade máxima, acredita-se que o efeito obtido tenha sido devido em grande parte ao K, sem interferência do íon cloreto.

Reis (2008) também não verificou diferença significativa na classificação de tubérculos, quando estudou concentrações e fontes diferentes de K na cultura da batata.

Cardoso (2007) não obteve diferença significativa para a cultivar Ágata, quanto aos quatro tipos de classificar ao estudar diferentes parcelamentos e concentrações de potássio e nitrogênio.

3.3 Avaliação do estado nutricional

3.3.1 Diagnose nutricional

Foram analisados os dados de produtividade da população de plantas do experimento instalado no município de Perdizes-MG.

Pode-se observar, na tabela 42, a média de produtividade do grupo classificado como de alta produtividade ($>22 \text{ t ha}^{-1}$) e baixa produtividade ($<22 \text{ t ha}^{-1}$) e os teores médios encontrados dos nutrientes avaliados no tecido foliar da cultura da batata da cultivar Asterix.

TABELA 42. Teores médios de nutrientes foliares e produtividade da população de alta produtividade ($> 22 \text{ t ha}^{-1}$) e de baixa produtividade ($< 22 \text{ t ha}^{-1}$) de batata da cultivar Asterix, Uberlândia- MG, 2011.

Produtividade	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	dag kg⁻¹						mg kg⁻¹				
<i>Acima de 22 t ha^{-1}</i>											
22.000	61,1	6,2	39,7	9,4	3,9	2,6	47,7	16,3	434,8	249,5	73,4
<i>Abaixo de 22 t ha^{-1}</i>											
19.000	60,9	6,4	38,8	8,8	4,0	2,9	30,8	14,0	465,8	216,9	70,1

Os tratamentos que obtiveram médias classificadas como de alta produtividade, ou seja, produziram mais que 22 t ha^{-1} de tubérculos de batata, foram os tratamentos que receberam como adubação no sulco de plantio as doses de 800 kg ha^{-1} de P_2O_5 , 0, 150, 300 e 600 kg ha^{-1} de K_2O e 210 kg ha^{-1} de N (tabela 43). Como houve variação

nas doses de N, P e K, o produtor de batata cv. Asterix poderia obter altas produtividades ($>22 \text{ t ha}^{-1}$) se fosse aplicada uma dose de 800 kg ha^{-1} de P_2O_5 , combinada com as doses de 140 kg ha^{-1} de N e 300 kg ha^{-1} de K_2O , que foram as doses fixas adotadas nos estudos.

Os índices DRIS de N,P,K,Ca,Mg,S,B,Cu,Fe,Mn e Zn (tabela 43) que apresentam valores negativos (-) indicam deficiências e os que apresentam valores positivos (+) indicam excesso de nutrientes, em relação aos demais. Os valores variaram entre os tratamentos do experimento, mostrando que os tratamentos de adubação afetaram significativamente a nutrição e, conseqüentemente, a produção da cultura.

A relação entre o equilíbrio nutricional e a produtividade é evidente. Os valores dos índices DRIS (tabela 43) para o grupo de alta produtividade apresentam-se em valores menores daqueles do grupo de baixa produtividade. Isso é devido ao fato de que, quando mais próximo de zero estiver o valor do índice, mais equilibrado estará o teor do nutriente em relação aos demais.

A comparação do equilíbrio nutricional entre os tratamentos foi feita pelo índice de balanço nutricional (IBN), que é a soma dos valores absolutos, em módulo, dos índices DRIS (tabela 43), quanto menor seu valor, melhor é o equilíbrio nutricional da lavoura. Assim, neste caso, observa-se que os tratamentos do grupo de alta produtividade apresentaram-se com melhor equilíbrio nutricional que o grupo de baixa produtividade.

Dentro do grupo de alta produtividade, observa-se que o tratamento com a dose de 600 kg ha^{-1} de K_2O , apresentou IBN de 6,90, o mais baixo entre os tratamentos de alta de produtividade, embora não apresentando a maior produtividade, que foi obtida com o tratamento com a dose de 800 kg ha^{-1} de P_2O_5 (IBN de 14,64), constatando-se uma grande deficiência relativa de Cu, no tratamento com maior produtividade.

Quando foi utilizada a dose de 600 kg ha^{-1} de P_2O_5 , foi constatada uma produtividade mais baixa, em torno de 20 t ha^{-1} , e passou-se o P ser o elemento mais limitante na produtividade. Assim, pode-se notar que o elemento que mais limita a produtividade em áreas que recebem doses crescentes de P parece ser o Cu, e que na maior dose utilizada, a produtividade foi a maior obtida 24 t ha^{-1} .

Ainda dentro do grupo de alta produtividade, o nutriente que mais limitou a produtividade foi o Mn, na média geral de todos os nutrientes analisados.

Dentro do grupo de baixa produtividade, o tratamento que apresentou a menor produtividade foi aquele com a ausência de N na adubação de plantio, que apresentou IBN mais baixo entre os IBN's estudados, de 41,51, sendo o nutriente limitante o Ca, com índice DRIS de 11,6.

Com relação às doses de N estudadas pode-se verificar que inicialmente na ausência de adubação nitrogenada, a produtividade foi baixa (12 t ha^{-1}) e o Ca foi o nutriente mais limitante. Com a suplementação de N, e aplicação de 70 kg ha^{-1} , houve um aumento considerável de produtividade de 41% e o índice DRIS do Ca caiu, o que não foi observado na dose de 140 kg ha^{-1} de N, onde a produtividade teve uma queda e o índice do Ca subiu novamente. Na dose de 210 kg ha^{-1} de N, a produtividade volta a subir e o índice do Ca cai novamente, passando o P ser o elemento mais limitante. Já na dose de 280 kg ha^{-1} de N, a produtividade decresce novamente e passa o Cu ser o elemento mais limitante.

Com relação às doses de K_2O estudadas verifica-se que não houve incrementos consideráveis na produtividade em função das doses utilizadas, sendo observados os menores IBN's. Os nutrientes que mais limitaram a produtividade foram o S, Mn, Cu e Zn.

Dentro do grupo de baixa produtividade, na média geral de todos os tratamentos, o nutriente que mais limitou a produtividade foi o Ca, seguido pelo B.

TABELA 43. Índices DRIS para macro e micronutrientes em lavouras de alta produtividade ($> 22 \text{ t ha}^{-1}$) e baixa produtividade ($< 22 \text{ t ha}^{-1}$) de batata da cultivar Asterix. Uberlândia- MG,2011.

Doses			Tratamentos kg ha ⁻¹	Produtividade t ha ⁻¹												
N	P ₂ O ₅	K ₂ O			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	IBN
kg ha ⁻¹			índices DRIS para grupo de alta produtividade													
140	800	300	800 P ₂ O ₅	24,000	-0,9	1,5	-0,6	-1,5	0,9	1,6	-0,6	-2,2	-1,5	1,8	1,5	14,64
140	400	300	300 K ₂ O	23,000	-0,2	-1,6	-0,4	0,8	0,4	1,6	-0,9	1,5	3,2	-2,4	-1,9	14,88
140	400	0	0 K ₂ O	21,517	0,2	0,4	-0,7	1,2	-0,3	-1,8	-0,8	1,2	-0,6	1,0	0,0	8,20
140	400	150	150 K ₂ O	21,942	0,1	-0,6	0,0	0,4	-0,7	-1,6	-1,1	-0,1	0,6	2,1	1,0	8,44
140	400	600	600 K ₂ O	21,860	-0,2	0,4	-0,5	0,2	-0,2	0,4	-0,4	0,5	-0,5	1,8	-1,9	6,90
210	400	300	210 N	22,392	5,0	-5,8	6,0	-5,5	5,5	-4,2	4,2	-3,2	2,9	-3,1	3,6	49,14
			índices DRIS para grupo de baixa produtividade													
140	400	450	450 K ₂ O	21,022	0,0	-1,3	2,2	3,3	2,9	0,6	-1,2	-3,1	-0,5	-2,4	-0,5	17,99
0	400	300	0 N	12,088	2,2	4,7	-2,8	-11,6	-4,1	4,1	-1,3	-0,6	9,6	0,2	-0,4	41,51
70	400	300	70 N	20,816	6,9	3,6	-1,4	-7,3	-1,5	6,4	-1,0	-0,7	-1,7	0,8	1,0	32,31
140	400	300	140 N	19,187	1,9	4,7	-0,6	-10,7	-3,7	6,0	-1,1	0,9	-0,5	-0,3	0,4	30,98
280	400	300	280 N	18,365	4,9	-1,5	-0,7	2,9	6,0	2,6	-0,5	-4,9	-1,6	-1,0	-1,1	27,73
140	0	300	0 P ₂ O ₅	20,317	-0,1	0,8	0,6	2,4	1,2	1,1	-0,7	-4,5	1,4	-1,8	-2,2	16,66
140	200	300	200 P ₂ O ₅	18,267	1,6	1,2	-0,2	1,4	2,9	2,6	-0,7	-5,1	-0,5	-1,6	-1,8	19,63
140	400	300	400 P ₂ O ₅	20,997	1,8	1,0	-0,4	0,8	2,1	2,9	-0,6	-5,1	-0,7	-1,5	-0,8	17,67
140	600	300	600 P ₂ O ₅	20,403	2,4	-2,6	2,5	-2,0	2,0	-1,5	1,5	-1,6	1,3	-1,4	1,6	20,49

O DRIS permitiu conhecer a ordem de limitações dos nutrientes nas lavouras de batata estudadas, avaliando a adequação das relações entre os nutrientes. Contudo, não permitiu o cálculo da quantidade dos mesmo que deve ser aplicada, informando apenas a ordem e se a limitação ocorre por deficiência (sinal negativo) ou excesso (sinal positivo) em relação aos demais nutrientes.

De acordo com o que pode ser observado na tabela 44, foi possível estabelecer os índices de deficiência dos nutrientes estudados nas áreas com produtividades acima de 22 t ha⁻¹ e nas áreas com produtividade abaixo de 22 t ha⁻¹.

Entre os nutrientes estudados, o Ca foi o elemento que apresentou maior índice de deficiência no grupo de alta produtividade e de baixa produtividade. O nutriente que apresentou maior índice de excesso no grupo de alta produtividade foi o B e no grupo de baixa produtividade foi o Fe (tabela 53). Sendo assim, pode-se estabelecer a ordem de insuficiência nas áreas de alta produtividade da seguinte forma: Ca>Mn>P>S>Zn=Cu>K>N>B>Fe>Mg, e a ordem de insuficiência nas áreas de baixa: produtividade Ca>Cu>Mg>P>S>Mn>Zn>K>Fe=B>N.

TABELA 44. Índice de deficiência de macro e micronutrientes em lavouras de alta produtividade (> 22 t ha⁻¹) e baixa produtividade (<22 t ha⁻¹) de batata da cultivar Asterix. Uberlândia- MG,2011.

Ordem	Índices de deficiência			
		>22 t ha ⁻¹		<22 t ha ⁻¹
1º	Ca	-3,5	Ca	-7,9
2º	Mn	-2,8	Cu	-3,2
3º	P	-2,7	Mg	-3,1
4º	S	-2,5	P	-1,8
5º	Zn	-1,9	S	-1,5
6º	Cu	-1,9	Mn	-1,3
7º	K	-0,6	Zn	-1,1
8º	N	-0,4	K	-1,0
9º	B	-1,0	Fe	-0,9
10º	Fe	-0,9	B	-0,9
11º	Mg	-0,4	N	-0,1

Os dados mostram que as áreas estudadas, embora produzindo acima de 22 t ha⁻¹, necessitam de ajustes em seu sistema de manejo da fertilidade do solo, para se atingirem patamares de produção mais elevados.

4 CONCLUSÕES

A produtividade de tubérculos, cultivar Asterix, não foi influenciada pelas doses crescentes de P_2O_5 e K_2O estudadas. Ocorreu, no entanto, um aumento da produtividade de tubérculos em função das doses de N aplicadas, até a dose de 173 kg ha^{-1} de N, onde a produtividade foi de $21,8 \text{ t ha}^{-1}$ de tubérculos.

O teor de sólidos solúveis totais foi influenciado somente pelas doses de K_2O , sendo menor na dose de 139 kg ha^{-1} K_2O . Acima desta dose, houve um aumento do teor de sólidos solúveis totais.

Houve um aumento na produção de batata descarte com o aumento das doses de N. A classe de tubérculos Especial foi influenciada pelas doses crescentes de N, sendo a máxima produtividade obtida na dose de 166 kg ha^{-1} de N.

E segundo o DRIS, pode-se estabelecer a ordem de insuficiência nas áreas de alta produtividade obedecendo a sequência: $Ca > Mn > P > S > Zn = Cu > K > N > B > Fe > Mg$, e a ordem de insuficiência nas áreas de baixa produtividade: $Ca > Cu > Mg > P > S > Mn > Zn > K > Fe = B > N$.

REFERÊNCIAS

ABDELGADIR, H.A. et al. The effect of different levels of additional potassium on yield and industrial qualities of potato (*Solanum tuberosum* L.) in an irrigated arid region. **American Journal of Potato Research**, New York. v.80, p.219-222, 2003.

AGENCIAMINAS. **Consumidor de batata em Minas Gerais tem acesso a variedades segmentadas**. Minas Gerais, 2011. Disponível em : < <http://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticias/agricultura/33790-consumidor-de-batata-em-minas-tem-acesso-a-variedades-segmentadas>> Acesso em: 10 de jan. 2011.

ANDRIOLO, 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.

ANDRIOLO, J.L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p.26-32, 2000.

ARCE, F. A. **El cultivo de la patata**. Madri: Ediciones Mundi-Prensa, 1996.

ARROBAS, M.; RODRIGUES, M. A. Efeito da adubação azotada, fosfatada e potássica na cultura da batata: Produtividade e eficiência de uso dos nutrientes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife. v.32, n.1, p.101-111. 2009.

BATAGLIA, O.C.; DECHEN, A.R.; SANTOS, W.R. Diagnose visual e análise de plantas. In: DECHEN, A.R; BOARETTO, A.E.; VERDADE, F.C. **Adubação, Produtividade e Ecologia**. Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.369-393.

_____, O.C.; SANTOS, W.R. Efeito do procedimento de cálculo e da população de referência nos índices do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa. v.14, p.339-344, 1990.

BEAUFILS, E.R. **Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS)**. Pietermaritzburg: University of Natal, 1973. 132p. (Soil Sci. Bull. Nº 1).

BEUKEMA, H.P.; ZAAG, D.E. van der. **Introduction to potato production**. Wageningen: Pudoc, 1990. 180p.

BEZERRA E; et al. 2007. Adubação com organomineral Vitan na produção de batata. In: ENCONTRO NACIONAL DA PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE BATATA, 13. **Anais...** eletrônicos... Holambra: ABBA. Disponível em< [http://www.abbabatatabrasileira.com.br/ images/eventos/arquivos/resumo_10.pdf](http://www.abbabatatabrasileira.com.br/images/eventos/arquivos/resumo_10.pdf)>. Acesso em: 01 de abr. de 2009.

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

CARDOSO, A. D.; et al. Produtividade e qualidade de tubérculos de batata em função de doses e parcelamentos de nitrogênio e potássio. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras. v.31, p.1729-1736, 2007.

CARDOSO, A.C. **Produtividade e qualidade de tubérculos de batata sob diferentes doses e parcelamentos de nitrogênio e potássio**. 2007. 109.f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2007.

CAPÉZIO S.; et al. Selección por peso específico en generaciones tempranas en El mejoramiento de la papa. **Revista Latinoamericana de la Papa**, Cuzco. v. 6, p. 54-63, 1993.

CORASPE-LEÓN, H. M. **Aplicações foliares de ácido giberélico e seus efeitos sobre a dormência de batata-semente (*Solanum tuberosum* L.) cv. Atlantic**. 1995. 91.f. Dissertação (Mestrado em Agronomia).Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”-Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil.

DAVENPORT, R.J.; BENTLEY, M.E. Doses potassium fertilizer form, source, and time of application influence potato yield and quality in the Columbia basin? **American Journal of Potato Research**, New York. v.73, p.311-318, 2001.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de análise química dos solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Solos, 1999. 370p.

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

FERREIRA, D. F. **Sistema SISVAR para análises estatísticas**: manual de orientação. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2000. 37 p.

FONTES, P.C.R.; REIS JR, R.A.; PEREIRA, P.R.G. Critical potassium concentration and potassium/calcium plus magnesium ratio in potato petioles associated with maximum tuber yields. **Journal of Plant Nutrition**, New York. v. 19, p. 657-667, 1996.

_____. P.C.R. **Preparo do solo, nutrição mineral e adubação da batateira**. Viçosa: UFV, 1997. 42p.

_____. P.C.R. Calagem e adubação da cultura da batata. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. v.20, n.197, p.42-52, 1999.

GIL, P.T. **Índices e eficiência de utilização de nitrogênio pela batata influenciados por doses de nitrogênio em pré-plantio e em cobertura**. 2001.81.f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2001.

JACKSON, R. D.; HADDOCK, J. L. Growth and mineral uptake of Russet Burbank potatoes. **American Potato Journal**, New Jersey. v.36, p.22-29, 1959.

- JAMES, W.D. et al. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: evaluating nutrient element interactions in petioles with response surfaces. **American Potato Journal**, New Jersey. v.71, p.249-265, 1994
- KOLBE H; BECKMANN S.E. Development, growth and chemical composition of the potato crop (*Solanum tuberosum* L.). I. leaf and stem. **Potato Research**. Wageningen. v.40,p.111-129,1997.
- KUNKEL, R.; HOLSTAD, N.; Potato chip color, specific gravity and fertilization of potatoes with N,P,K. **American Potato Journal**, New Jersey. v.49, p.43-62, 1972.
- LEITE, R.A. **Avaliação do estado nutricional do cafeeiro conilon no estado do Espírito Santo utilizando diferentes métodos de interpretação de análise foliar**. 1993. 87.f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Faculdade de Agronomia. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1993.
- LULAI, E.C.; ORR, P.H.; Influence of potato specific gravity on yield and oil content of chips. **American Potato Journal**. New Jersey. v.56, p.379-390, 1979.
- MALAVOLTA, E.; CROCOMO, O. J. O potássio e a planta. In: NPOTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Londrina, 1982. **Anais...** Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato; Instituto Internacional da Potassa, 1982, p.95-162.
- MALLMANN, N. **Efeito da adubação na produtividade, qualidade e sanidade de batata cultivada no centro-oeste paranaense**. 2001. 129.f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Faculdade de Agronomia- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.
- MELO, P. E.1997. Seminário de Atualização na cultura da batata. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO NA CULTURA DA BATATA. n°1. **Anais...**Santa Maria: 1997. 76p.
- NAVA, G.; DECHEN, A.R.; IUCHI V.L. Produção de tubérculos de batata-semente em função das adubações nitrogenada, fosfatada e potássica. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília. v.25, n.3, p.365-370, 2007.
- NIVAA - NETHERLANDS POTATO CONSULTATIVE FOUNDATION. **Netherlands catalogue of potato varieties**. 1997. 270p.
- PAULETTI, V.; MENARIN, E. Época de aplicação, fontes e doses de potássio na cultura da batata. **Scientia Agraria**, Piracicaba. v. 5, p. 15-20, 2004.
- PASCHOALINO, J. E.; et al. Prevenção do escurecimento em batatas frescas descascadas e fatiadas. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campina. v. 23, n. 2, p. 185-193, 1993.
- PEREIRA A. S; COSTA D.M. Qualidade e estabilidade de “chips” de batata. **Horticultura brasileira**, Brasília. v.15, p. 62-65, 1997.
- PINELLI, L. L. O.; et al. Caracterização química e física de batatas Ágata minimamente processadas, embaladas sob diferentes atmosferas modificadas ativas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 40, p. 1035-1041, 2005.

- QUADROS, D. A.; et al. de. Composição química de tubérculos de batata para processamento, cultivados sob diferentes doses e fontes de potássio. **Ciência Tecnologia e Alimentos**, Campinas. v.29, p. 316-323, 2009.
- REIS JUNIOR, R, R.A.; FONTES, P.C.R. Qualidade de tubérculos da batateira em função de doses de adubação potássica. **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, J. C. S. **Cultivo de batata cv. Ágata sob diferentes fontes e concentrações de adubação potássica**. 2008. 61.f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Área fitotecnia)- Faculdade de Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.Vitória da Conquista, 2008.
- REIS JUNIOR, R.A.; MONNERAT, P.H. Composição mineral de tubérculos de batata em função da adubação potássica: macronutrientes. **Actas de Horticultura**, Lisboa. v. 16, p. 355-362, 1997.
- REIS JÚNIOR, R. A.; MONNERAT, P. H. Exportação de nutrientes nos tubérculos de batata em função de doses de sulfato de potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília. v. 19, p. 227-231, 2001.
- SALAMONI, A.T.; et al . Variância genética de açúcares redutores e matéria seca e suas correlações com características agrônômicas em batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v.35, n.7, p.1441-1445, 2000.
- SANGOI, L.; KRUSE, N.D. Doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio e características agrônômicas da batata em dois níveis de pH. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v. 29, p. 1333-1343, 1999.
- SILVA da, A.C.F. Batata : alguns aspectos importantes. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis. v.4, p.38- 41, 1991.
- SILVA, J. A.; et al. Desenvolvimento e produtividade da cultura da batata irrigada por gotejamento em dois sistemas de cultivo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal. v.27, n.2, p.354-362, 2007.
- VENDRUSCOLO, J.L. **Avaliação e melhoria das qualidades tecnológicas e sensoriais de genótipos de batata para a industrialização e consumo de mesa**, Pelotas, CPACT/EMBRAPA, 1998.6p.
- WESTERMANN, T.D et al. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes yield and specific gravity. **American Potato Journal**, New Jersey. v.71, p.417-431, 1994.
- ZAAG, D. E. van der. **La patata y su cultivo en los Países Bajos**. Haya - Holanda: Publicado por el Instituto Consultivo Holandés sobre la Patata, 1993. 76 p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o único nutriente que não respondeu em produtividade na cultura da batata, cultivar Ágata, foi o K, quando aplicado no sulco de plantio. Na cultivar Atlantic, não ocorreu influência das doses estudadas de N, P e K na produtividade de tubérculos. E na cultivar Asterix, a produtividade de tubérculos cultivar não foi influenciada pelas doses crescentes de P_2O_5 e K_2O estudadas, ocorrendo, no entanto, um aumento da produtividade de tubérculos em função das doses de N aplicadas, até a dose de 173 kg ha^{-1} de N, onde a produtividade foi de $21,8 \text{ t ha}^{-1}$ de tubérculos.

Segundo o DRIS, para a cultivar Ágata, a ordem de insuficiência nas áreas de alta produtividade foi: $K > S > Zn > Mg = B = P > Cu > Ca > N = Mn > Fe$, e a ordem de insuficiência nas áreas de baixa produtividade foi: $Cu > Fe > Mg > N > Mn > B > S > P > K > Zn > Ca$. Em São Gotardo e em Itajubá, a ordem de insuficiência nas áreas de alta produtividade foi: $Zn > Mg > Mn = Cu = P > B > N > S = Fe > K > Ca$, e a ordem de insuficiência nas áreas de baixa produtividade foi $B > Ca > Mg > Mn > Fe > N = Zn > S > P = Cu > K$.

Para a cultivar Atlantic, a ordem de insuficiência nas áreas de alta produtividade foi: $Cu > Ca = Zn > Fe > N > Mn > K > Mg = P > S = B$, e a ordem de insuficiência nas áreas de baixa produtividade: $Ca > K > Zn > S > N > Cu > P > B > Mg = Fe > Mn$.

Para a cultivar Asterix, a ordem de insuficiência nas áreas de alta produtividade foi: $Ca > Mn > P > S > Zn = Cu > K > N > B > Fe > Mg$, e a ordem de insuficiência nas áreas de baixa produtividade: $Ca > Cu > Mg > P > S > Mn > Zn > K > Fe = B > N$.

O teor de sólidos solúveis totais foi influenciado pelas doses de K, nas duas cultivares estudadas que se destinam a indústria, Atlantic e Asterix.

ANEXOS

Anexos A	Página
Anexo A1. Médias, coeficientes de variação (CV) do grupo de referência com produtividade acima de 50 t ha ⁻¹ de batata da cultivar Ágata, cultivada em São Gotardo, Uberlândia-MG, 2011.	115
Anexo A2. Médias, coeficientes de variação (CV) do grupo de referência com produtividade acima de 25 t ha ⁻¹ de batata da cultivar Ágata, cultivada em Itajubá, Uberlândia-MG, 2011.	116
Anexo A3. Médias, coeficientes de variação (CV) do grupo de referência com produtividade acima de 28 t ha ⁻¹ de batata da cultivar Atlantic. Uberlândia-MG, 2011.	117
Anexo A4. Médias, coeficientes de variação (CV) do grupo de referência com produtividade acima de 22 t ha ⁻¹ de batata da cultivar Asterix. Uberlândia- MG, 2011.	119

Anexo A1. Médias, coeficientes de variação (CV) do grupo de referência com produtividade acima de 50 t ha⁻¹ de batata da cultivar Ágata, cultivada em São Gotardo, Uberlândia-MG, 2011.

Relação	MÉDIA	CV(%)	Relação selecionada	Relação	MÉDIA	CV (%)	Relação selecionada
N/P	18,50	5,03		Mg/Ca	0,31	8,22	
P/N	0,05	5,03	X	Ca/S	5,25	11,64	
N/K	0,91	11,05		S/Ca	0,19	11,54	X
K/N	1,11	9,98	X	Ca/B	0,72	16,97	
N/Ca	2,84	11,06	X	B/Ca	1,41	14,87	X
Ca/N	0,36	11,98		Ca/Cu	0,84	7,37	X
N/Mg	9,17	17,93	X	Cu/Ca	1,20	7,67	
Mg/N	0,11	20,45		Ca/Fe	0,09	11,64	X
N/S	14,80	3,58		Fe/Ca	11,64	10,95	
S/N	0,07	3,51	X	Ca/Mn	0,07	7,54	
N/B	2,02	7,18	X	Mn/Ca	14,98	7,42	X
B/N	0,50	7,52		Ca/Zn	0,04	15,73	
N/Cu	2,39	17,86	X	Zn/Ca	23,49	15,99	X
Cu/N	0,43	20,12		Mg/S	1,66	19,82	
N/Fe	0,24	1,30		S/Mg	0,62	18,52	X
Fe/N	4,10	1,28	X	Mg/B	0,23	25,14	
N/Mn	0,19	6,30	X	B/Mg	4,56	20,15	X
Mn/N	5,29	6,33		Mg/Cu	0,26	2,84	X
N/Zn	0,12	9,16		Cu/Mg	3,84	2,91	
Zn/N	8,25	8,72	X	Mg/Fe	0,03	20,13	
P/K	0,05	7,08	X	Fe/Mg	37,55	18,00	X
K/P	20,43	6,80		Mg/Mn	0,02	14,62	
P/Ca	0,15	15,70	X	Mn/Mg	48,12	13,30	X
Ca/P	6,60	17,08		Mg/Zn	0,01	22,13	
P/Mg	0,50	22,25	X	Zn/Mg	75,69	21,03	X
Mg/P	2,09	25,61		S/B	0,14	10,34	X
P/S	0,80	5,61	X	B/S	7,36	11,14	
S/P	1,25	5,90		S/Cu	0,16	18,51	X
P/B	0,11	8,05	X	Cu/S	6,36	19,43	
B/P	9,18	8,30		S/Fe	0,02	2,44	X
P/Cu	0,13	22,40	X	Fe/S	60,61	2,44	
Cu/P	8,02	25,31		S/Mn	0,01	7,39	X
P/Fe	0,01	5,18	X	Mn/S	78,29	7,42	
Fe/P	75,82	5,29		S/Zn	0,01	9,55	
P/Mn	0,01	10,40	X	Zn/S	122,05	9,32	X
Mn/P	98,08	10,79		B/Cu	1,19	20,38	X
P/Zn	0,01	9,08		Cu/B	0,87	24,98	
Zn/P	152,48	8,39	X	B/Fe	0,12	8,87	X
K/Ca	3,17	19,63	X	Fe/B	8,29	8,34	
Ca/K	0,33	23,80		B/Mn	0,09	9,57	X
K/Mg	10,28	25,81	X	Mn/B	10,70	10,30	
Mg/K	0,10	32,79		B/Zn	0,06	10,33	
K/S	16,41	11,59	X	Zn/B	16,66	10,28	X
S/K	0,06	12,89		Cu/Fe	0,10	19,72	
K/B	2,23	8,92		Fe/Cu	9,79	17,84	X

B/K	0,45	8,94	X	Cu/Mn	0,08	14,86	
K/Cu	2,68	25,60	X	Mn/Cu	12,55	13,95	X
Cu/K	0,40	32,38		Cu/Zn	0,05	22,68	
K/Fe	0,27	10,42	X	Zn/Cu	19,77	22,29	X
Fe/K	3,73	11,63		Fe/Mn	0,78	6,72	X
K/Mn	0,21	15,21	X	Mn/Fe	1,29	6,67	
Mn/K	4,84	17,09		Fe/Zn	0,50	9,74	
K/Zn	0,14	14,30		Zn/Fe	2,01	9,26	X
Zn/K	7,51	13,55	X	Mn/Zn	0,64	8,54	
Ca/Mg	3,21	7,89	X	Zn/Mn	1,56	8,85	X

Anexo A2. Médias, coeficientes de variação (CV) do grupo de referência com produtividade acima de 25 t ha⁻¹ de batata da cultivar Ágata, cultivada em Itajubá, Uberlândia-MG, 2011.

Relação	Média	C.V	Relação selecionada	Relação	Média	C.V	Relação selecionada
N/P	15,92128	35,92	X	K/Mn	0,057934	37,47	X
P/N	0,051097	35,86		Mn/K	14,18202	37,614	
N/K	1,028789	35,78		K/Zn	0,299525	36,670	
K/N	0,790444	35,86	X	Zn/K	2,72988	36,83	X
N/Ca	2,197927	37,512	X	Ca/Mg	5,558943	37,54	
Ca/N	0,374542	38,29		Mg/Ca	0,147701	37,34	X
N/Mg	13,51455	38,86	X	Ca/S	5,900827	36,79	
Mg/N	0,061091	37,87		S/Ca	0,138492	36,53	X
N/S	14,26468	35,83	X	Ca/B	1,097021	40,11	
S/N	0,057023	35,90		B/Ca	0,764108	41,38	X
N/B	2,649453	39,58	X	Ca/Cu	0,9173	37,37	
B/N	0,313657	39,21		Cu/Ca	0,894332	37,22	X
N/Cu	2,216689	36,39		Ca/Fe	0,051343	58,08	
Cu/N	0,368015	36,38	X	Fe/Ca	19,46363	64,80	X
N/Fe	0,125045	59,18	X	Ca/Mn	0,027204	36,73	
Fe/N	8,052856	64,32		Mn/Ca	30,03913	36,57	X
N/Mn	0,066382	38,66		Ca/Zn	0,1413	37,46	
Mn/N	12,49418	39,53	X	Zn/Ca	5,808858	37,31	X
N/Zn	0,343157	37,88		Mg/S	0,965845	37,91	X
Zn/N	2,404354	38,68	X	S/Mg	0,853566	38,33	
P/K	0,058213	35,39		Mg/B	0,18103	43,06	
K/P	13,93451	35,38	X	B/Mg	4,759765	46,88	X
P/Ca	0,124157	36,77	X	Mg/Cu	0,149611	37,36	
Ca/P	6,586793	36,79		Cu/Mg	5,491858	37,78	X
P/Mg	0,762461	37,27	X	Mg/Fe	0,008396	61,37	X
Mg/P	1,074581	36,92		Fe/Mg	118,5873	62,15	
P/S	0,809058	36,19	X	Mg/Mn	0,004493	41,02	X
S/P	1,007787	36,35		Mn/Mg	186,5685	40,38	
P/B	0,150748	40,52	X	Mg/Zn	0,0233	40,93	
B/P	5,568915	41,55		Zn/Mg	36,06399	41,31	X
P/Cu	0,125585	36,43		S/B	0,167477	39,40	X
Cu/P	6,495662	36,29	X	B/S	4,961899	39,37	

P/Fe	0,007047	57,97	X	S/Cu	0,14036	37,00	
Fe/P	141,6302	64,09		Cu/S	5,828152	36,68	X
P/Mn	0,003754	38,23	X	S/Fe	0,007825	56,61	
Mn/P	219,9775	38,44		Fe/S	126,5951	64,53	X
P/Zn	0,019431	37,86		S/Mn	0,004173	37,01	
Zn/P	42,39317	38,07	X	Mn/S	196,3975	37,32	X
K/Ca	1,92028	36,65	X	S/Zn	0,021648	37,30	
Ca/K	0,425609	36,69		Zn/S	37,92471	37,56	X
K/Mg	11,81945	37,86	X	B/Cu	0,773621	40,47	
Mg/K	0,0696	37,65		Cu/B	1,086192	41,83	X
K/S	12,50329	35,83	X	B/Fe	0,045005	64,56	
S/K	0,06506	35,92		Fe/B	24,94289	78,80	X
K/B	2,328965	40,36	X	B/Mn	0,023097	42,09	
B/K	0,359048	40,44		Mn/B	36,68954	42,49	X
K/Cu	1,940629	36,00	X	B/Zn	0,119152	40,38	
Cu/K	0,419347	35,89		Zn/B	7,055876	41,97	X
K/Fe	0,108829	57,08	X	Cu/Fe	0,050798	58,63	X
Fe/K	9,150305	64,03		Fe/Cu	19,68753	63,21	
Fe/Mn	0,573962	60,16		Cu/Mn	0,027045	38,78	
Mn/Fe	1,675502	54,28	X	Mn/Cu	30,63945	39,05	X
Fe/Zn	3,025442	62,96		Cu/Zn	0,13939	37,06	X
Zn/Fe	0,328342	56,81	X	Zn/Cu	5,877762	37,11	
Mn/Zn	4,682921	36,56					
Zn/Mn	0,17431	36,37	X				

Anexo A3. Médias, coeficientes de variação (CV) do grupo de referência com produtividade acima de 28 t ha⁻¹ de batata da cultivar Atlantic. Uberlândia-MG, 2011.

Relação	Média	C.V	Relação selecionada	Relação	Média	C.V	Relação selecionada
N/P	15,32	8,06	X	Mg/Ca	0,67	11,56	X
P/N	0,07	7,85		Ca/S	2,99	14,48	X
N/K	1,06	7,11	X	S/Ca	0,34	15,23	
K/N	0,95	7,07		Ca/B	0,35	23,24	X
N/Ca	8,35	17,51		B/Ca	2,98	22,12	
Ca/N	0,12	17,62	X	Ca/Cu	0,70	22,57	X
N/Mg	12,42	10,23		Cu/Ca	1,51	23,29	
Mg/N	0,08	10,04	X	Ca/Fe	0,06	22,43	
N/S	24,49	11,09		Fe/Ca	16,50	26,32	X
S/N	0,04	10,94	X	Ca/Mn	0,06	16,33	X
N/B	2,86	14,71	X	Mn/Ca	18,23	18,45	
B/N	0,36	15,44		Ca/Zn	0,09	12,51	X
N/Cu	5,60	8,76		Zn/Ca	11,57	13,74	
Cu/N	0,18	8,91	X	Mg/S	1,98	11,06	X
N/Fe	0,52	13,59	X	S/Mg	0,51	10,12	
Fe/N	1,97	17,59		Mg/B	0,23	18,59	X
N/Mn	0,46	13,42		B/Mg	4,45	19,21	

Mn/N	2,20	12,38	X	Mg/Cu	0,46	14,63	X
N/Zn	0,73	18,93	X	Cu/Mg	2,24	14,34	
Zn/N	1,42	19,44		Mg/Fe	0,04	16,55	X
P/K	0,07	10,93		Fe/Mg	24,49	20,68	
K/P	14,54	11,41	X	Mg/Mn	0,04	10,17	
P/Ca	0,55	18,75		Mn/Mg	27,13	11,09	X
Ca/P	1,89	18,62	X	Mg/Zn	0,06	16,14	X
P/Mg	0,81	12,04		Zn/Mg	17,44	15,39	
Mg/P	1,24	12,82	X	S/B	0,12	17,80	X
P/S	1,60	11,35		B/S	8,75	18,06	
S/P	0,63	11,33	X	S/Cu	0,23	13,03	
P/B	0,19	20,58		Cu/S	4,40	12,32	X
B/P	5,52	21,29	X	S/Fe	0,02	17,71	X
P/Cu	0,37	8,80		Fe/S	48,43	23,29	
Cu/P	2,75	8,86	X	S/Mn	0,02	9,44	
P/Fe	0,03	12,43	X	Mn/S	53,41	10,02	X
Fe/P	30,03	15,55		S/Zn	0,03	18,05	
P/Mn	0,03	14,97		Zn/S	34,44	16,55	X
Mn/P	33,71	15,65	X	B/Cu	2,01	21,04	
P/Zn	0,05	22,15		Cu/B	0,52	19,56	X
Zn/P	21,78	21,45	X	B/Fe	0,19	25,38	
K/Ca	7,85	12,50		Fe/B	5,72	31,39	X
Ca/K	0,13	12,18	X	B/Mn	0,16	19,57	
K/Mg	11,72	5,57		Mn/B	6,26	16,73	X
Mg/K	0,09	5,56	X	B/Zn	0,26	21,17	
K/S	23,17	10,12	X	Zn/B	4,04	22,95	X
S/K	0,04	9,95		Cu/Fe	0,09	13,56	X
K/B	2,71	16,29		Fe/Cu	10,99	16,52	
B/K	0,38	16,19	X	Cu/Mn	0,08	14,34	X
K/Cu	5,33	13,42		Mn/Cu	12,31	15,24	
Cu/K	0,19	13,37	X	Cu/Zn	0,13	26,90	
K/Fe	0,49	15,87		Zn/Cu	8,02	25,15	X
Fe/K	2,09	19,94	X	Fe/Mn	0,91	22,40	
K/Mn	0,44	11,35		Mn/Fe	1,14	18,79	X
Mn/K	2,32	11,34	X	Fe/Zn	1,44	26,55	X
K/Zn	0,69	15,12		Zn/Fe	0,74	24,22	
Zn/K	1,49	15,00	X	Mn/Zn	1,59	18,59	X
Ca/Mg	1,51	10,75		Zn/Mn	0,65	17,98	

Anexo A4. Médias, coeficientes de variação (CV) do grupo de referência com produtividade acima de 22 t ha⁻¹ de batata da cultivar Asterix. Uberlândia- MG,2011.

Relação				Relação			
Relação	MÉDIA	selecionada	C.V	Relação	MÉDIA	selecionada	C.V
N/P	8,721		36,711	Mg/Ca	0,420	X	36,634
P/N	0,094	X	36,863	Ca/S	2,707		45,679
N/K	1,416	X	35,523	S/Ca	0,322	X	46,142
K/N	0,573		35,549	Ca/B	0,258	X	40,085
N/Ca	6,411	X	40,538	B/Ca	3,235		40,022
Ca/N	0,130		39,733	Ca/Cu	0,572	X	41,852
N/Mg	13,686	X	37,490	Cu/Ca	1,482		42,659
Mg/N	0,060		37,350	Ca/Fe	0,019		47,653
N/S	18,446		37,563	Fe/Ca	50,346	X	66,896
S/N	0,045	X	37,646	Ca/Mn	0,039		48,097
N/B	1,787	X	36,029	Mn/Ca	23,060	X	49,092
B/N	0,456		36,115	Ca/Zn	0,115		42,728
N/Cu	3,939	X	36,379	Zn/Ca	7,431	X	43,292
Cu/N	0,207		36,571	Mg/S	1,233		40,419
N/Fe	0,127		42,965	S/Mg	0,680	X	40,824
Fe/N	6,900	X	53,804	Mg/B	0,119	X	36,643
N/Mn	0,263	X	39,947	B/Mg	6,894		36,602
Mn/N	3,189		41,252	Mg/Cu	0,262	X	38,330
N/Zn	0,788	X	36,597	Cu/Mg	3,148		38,379
Zn/N	1,038		36,869	Mg/Fe	0,009		45,375
P/K	0,148	X	37,995	Fe/Mg	106,226	X	60,517
K/P	5,569		38,056	Mg/Mn	0,018	X	42,497
P/Ca	0,676	X	45,340	Mn/Mg	48,539		43,098
Ca/P	1,278		44,446	Mg/Zn	0,052	X	38,538
P/Mg	1,432	X	40,399	Zn/Mg	15,763		38,632
Mg/P	0,584		40,187	S/B	0,088	X	37,164
P/S	1,902		35,675	B/S	9,300		37,008
S/P	0,427	X	35,675	S/Cu	0,194	X	36,412
P/B	0,186	X	36,638	Cu/S	4,218		36,631
B/P	4,402		36,609	S/Fe	0,006	X	44,303
P/Cu	0,408	X	35,927	Fe/S	139,887		51,072
Cu/P	1,996		36,014	S/Mn	0,013	X	36,178
P/Fe	0,013	X	41,809	Mn/S	63,983		36,319
Fe/P	65,506		47,401	S/Zn	0,039	X	35,793
P/Mn	0,027	X	36,737	Zn/S	21,058		35,876
Mn/P	30,382		37,001	B/Cu	1,987		36,139
P/Zn	0,081	X	35,760	Cu/B	0,410	X	36,142
Zn/P	9,978		35,773	B/Fe	0,064		42,339
K/Ca	4,053	X	38,462	Fe/B	13,605	X	52,484
Ca/K	0,204		38,005	B/Mn	0,132		38,477
K/Mg	8,680		36,427	Mn/B	6,273	X	38,793
Mg/K	0,094	X	36,475	B/Zn	0,397		36,147
K/S	11,789		39,194	Zn/B	2,051	X	36,112
S/K	0,070	X	38,843	Cu/Fe	0,029		41,996
K/B	1,138	X	36,385	Fe/Cu	29,841	X	50,889
B/K	0,717		36,295	Cu/Mn	0,060		37,675

K/Cu	2,508	X	36,642	Mn/Cu	13,764	X	37,566
Cu/K	0,326		36,833	Cu/Zn	0,180		35,389
K/Fe	0,081		43,303	Zn/Cu	4,506	X	35,387
Fe/K	10,904	X	55,926	Fe/Mn	1,961	X	47,965
K/Mn	0,168	X	41,469	Mn/Fe	0,443		44,383
Mn/K	5,033		42,218	Fe/Zn	5,979	X	51,377
K/Zn	0,502		37,193	Zn/Fe	0,146		42,750
Zn/K	1,634	X	37,367	Mn/Zn	2,745		36,828
Ca/Mg	1,947		36,726	Zn/Mn	0,298	X	36,852
