

**PRODUÇÃO, QUALIDADE E TEORES DE
NUTRIENTES DA BATATA
(*Solanum tuberosum* L.), EM SOLOS SOB
CERRADO, EM FUNÇÃO DO BORO**

HUGO ADELANDE DE MESQUITA

2004

57592

049291

HUGO ADELANDE DE MESQUITA

**PRODUÇÃO, QUALIDADE E TEORES DE NUTRIENTES DA BATATA
(*Solanum tuberosum* L.), EM SOLOS SOB CERRADO, EM FUNÇÃO DO
BORO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras
como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Agronomia, área de concentração
Fitotecnia, para a obtenção do título de "Doutor".

Orientador

Prof. Dr. Marco Antônio Rezende Alvarenga


LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

2004

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Mesquita, Hugo Adelante de

Produção, qualidade e teores de nutrientes da batata (*Solanum tuberosum* L.), em solos sob cerrado, em função do boro / Hugo Adelante de Mesquita. –Lavras: UFLA, 2004.

96 p.: il

Orientador: Marco Antônio Rezende Alvarenga.

Tese (Doutorado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Boro. 2. Qualidade. 3. Nutrientes. 4. Latossolo. 5. Cambissolo.
6. Batata. 7. *Solanum tuberosum* L. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD- 635.21891

HUGO ADELANDE DE MESQUITA

**PRODUÇÃO, QUALIDADE E TEORES DE NUTRIENTES DA BATATA
(*Solanum tuberosum* L.), EM SOLOS SOB CERRADO, EM FUNÇÃO DO
BORO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de "Doutor".

APROVADA em 05 de março de 2004

Profa. Dra. Janice Guedes de Carvalho - UFLA

Profa. Dra. Miralda Bueno de Paula - EPAMIG

Prof. Dr. Joaquim Gonçalves de Pádua - EPAMIG

Prof. Dr. Emani Clarete da Silva - UNIFENAS


Prof. Dr. Marco Antônio Rezende Alvarenga - UFLA
(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2004**

Aos meus pais, Sebastião Mesquita (in memorian) e Carmen Adelina de Mesquita, pelo amor, carinho e incentivo.

Ofereço.

À minha esposa, Ivany e aos meus filhos, Marcelo e Daniel, pelo amor, compreensão, incentivo e carinho.

Aos meus irmãos, Luiz Antônio Mesquita (in memoriam), Paulo Rogério Mesquita e Carlos Magno Mesquita, pelo apoio.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo maravilhoso dom da vida.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, pela oportunidade de realização do curso.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade de realização do curso.

Ao professor e orientador Marco Antônio Rezende Alvarenga, pela orientação, constante apoio e, sobretudo pela amizade. E a todos professores, pelos conhecimentos ministrados.

Aos professores Janice Guedes de Carvalho, Ernani Clarete da Silva, a pesquisadora Miralda Bueno de Paula e ao pesquisador Joaquim Gonçalves de Pádua, da Epamig, pelas sugestões.

Aos colegas Geraldo Milanez de Rezende, Elifas Nunes de Alcântara Vicente Luiz de Carvalho e Adelson Francisco de Oliveira, pelo auxílio na execução dos experimentos, companheirismo e amizade e a ABASMIG e MULTIPLANTA, nas pessoas do Dr. José Daniel Rodrigues Ribeiro e Dr. Márcio de Assis, respectivamente, pelo apoio e fornecimento de sementes para a realização do trabalho.

Aos colegas do laboratório de qualidade da EPAMIG, em especial ao colega Samuel R. de Brito e aos colegas Adalberto Ribeiro e Delane Ribeiro, do Laboratórios de Fertilidade e Física do Departamento de Ciências do Solo da UFLA, pela elaboração das análises e serviços prestados.

A todas as pessoas que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho.

A todos, o meu sincero agradecimento!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1	01
1 Introdução Geral.....	01
2 Referencial teórico	04
2.1 Boro no solo.....	04
2.2 Fatores que afetam a disponibilidade de boro.....	06
2.3 Boro na planta.....	10
2.4 Principais fatores nutricionais responsáveis pela qualidade da batata.....	14
3 Referências Bibliográficas	17
CAPÍTULO 2: Produção e qualidade da batata (<i>Solanum tuberosum</i> L.) em resposta ao boro	23
Resumo.....	23
Abstract.....	24
1 Introdução	25
2 Material e Métodos	26
3 Resultados e Discussão	31
3.1 Produção de tubérculos.....	31
3.2 Matéria seca da parte aérea.....	33
3.3 Matéria seca dos tubérculos.....	36
3.4 Amido.....	38
3.5 Açúcares redutores.....	40
3.6 Açúcares totais.....	43
4 Conclusões	45
5 Referências Bibliográficas	46
CAPÍTULO 3: Teores de nutrientes da parte aérea da batateira (<i>Solanum tuberosum</i> L.), em resposta ao boro.....	50
Resumo.....	50
Abstract.....	51
1 Introdução	52
2 Material e Métodos	53
3 Resultados e Discussão	55
3.1 Teores de macronutrientes nas folhas e na parte aérea.....	55
3.1.1 Nitrogênio	55
3.1.2 Fósforo.....	55
3.1.3 Potássio	57
3.1.4 Cálcio	60
3.1.5 Magnésio	63
3.1.6 Enxofre.....	64
3.2 Teores de micronutrientes nas folhas e na parte aérea.....	66

3.2.1 Boro	66
3.2.2 Cobre	71
3.2.3 Ferro	73
3.2.4 Manganês	76
3.2.5 Zinco	78
3.3 Acúmulo de boro nas folhas e na parte aérea	80
4 Conclusões	85
5 Referências Bibliográficas	86
6 Anexos	88

RESUMO

MESQUITA, Hugo Adelande de. **Produção, qualidade e teores de nutrientes da batata (*Solanum tuberosum* L.), em solos sob cerrado, em função do boro.** 2004. 96p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras MG*.

O estudo foi desenvolvido em casa de vegetação, no Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no período de setembro a dezembro de 2002, com o objetivo de avaliar a produção, alterações na qualidade dos tubérculos e nos teores de nutrientes da parte aérea de duas cultivares de batata em resposta a doses de boro. O delineamento experimental foi arranjado em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 4 x 2, sendo os fatores: quatro doses de B (0,0 ; 0,75 ; 1,50 e 3,0 mg dm⁻³) e duas cultivares de batata, Asterix e Monalisa, em três repetições utilizando-se dois solos: Latossolo Vermelho Escuro e Cambissolo. Foram avaliadas a produção, a matéria seca da parte aérea, amido, açúcares redutores, açúcares totais, matéria seca dos tubérculos, e os teores de nutrientes foliares e da parte aérea. O aumento das doses de boro aumentaram a produção de tubérculos. A produção máxima foi obtida com a cultivar Asterix em solo Latossolo Vermelho, com a dose de 2,19 mg dm⁻³. de B A cultivar Asterix também apresentou as maiores porcentagens de matéria seca e amido nos tubérculos em Latossolo Vermelho. Os teores de açúcares redutores reduziram-se linearmente com o aumento das doses de boro nas duas cultivares no Latossolo Vermelho. No Cambissolo, a produção foi mais baixa, provavelmente devido ao alto teor de silte do solo, que dificultou a formação dos tubérculos. A cultivar Asterix foi 108% mais produtiva e 37% mais exigente em boro, quando comparada à 'Monalisa'. Houve aumento na concentração foliar de P na cultivar Monalisa, do K na 'Asterix' no Latossolo Vermelho e redução da concentração de Ca nas folhas da 'Monalisa,' em Latossolo Vermelho e do S nos dois solos estudados. O aumento das doses de boro aumentaram a concentração de B nas folhas e na parte aérea das cultivares Asterix e Monalisa, nos dois solos e reduziu a concentração de Cu, Fe, Mn, variando em função dos solos e cultivares estudadas. Os teores encontrados apresentaram diferenças de pequena magnitude do ponto de vista da nutrição de plantas, mantendo-se dentro da faixa adequada de exigência da cultura. A quantidade de B acumulado aumentou significativamente nas folhas e em toda parte aérea sendo maior nas cultivares sob Cambissolo, o que pode ter ocorrido pelas características deste solo.

*Comitê Orientador: Marco Antônio R. Alvarenga -UFLA (Orientador), Janice Guedes de Carvalho -UFLA (co-orientadora), Miralda Bueno de Paula - EPAMIG (co-orientadora).

ABSTRACT

MESQUITA, Hugo Adelande de. Yield, quality and nutrient contents of the potato (*Solanum tuberosum* L) in soils under cerrado in response of boron. 2004. 96p. Thesis (Doctorate in plant Science) Lavras Federal University, Lavras, MG.

The studies were conducted at Lavras Federal University in the Soil Science Department greenhouse from September to December 2002 period, in two soil type to evaluate yield, tuber quality alterations and shoot nutrient contents of two potato cultivars in response to boron doses. A randomized blocks design in 4 x 2 factorial arrangement with three replicates, using four B doses (0.0, 0.75; 1.50 and 3.0 mg dm⁻³) and two potato cultivars (Asterix and Monalisa) as factors. Two-soil types were used, Red Latosol and Cambisol. Yield, dry matter, starch, tuber reducing and total sugars, shoots nutrient content were evaluated. Increasing boron doses improved tuber yield, reaching yield maximum with the Asterix cultivar on Red Latosol at 2.19 mg dm⁻³ of B. The Asterix cultivar also, presented the highest percentages of dry matter and starch in tubers on Red Latosol. Reducing sugar content decreased with the Boron doses increased at two potato cultivars in Red Latosol. In Cambisol, yield was lower than Red Latosol, due to the high silt content in this soil type making difficult tuber formation. Asterix cultivar presented 108% greater yield than Monalisa in Cambisol, although requiring 37% more boron. In nutrient studies was observed an increasing P content at Monalisa leaves and K at Asterix cultivar in Red Latosol due to increasing in boron doses and there was also Ca content reduction at Monalisa leaves and S in both cultivars at two soil types. An increasing in boron content in aerial plant part in both cultivars and soil types was observed. A reduced Cu, Fe and Mn concentration occurred in the leaves varying according to soil and cultivars. From plant nutrition standpoint, small differences in values were observed keeping in adequate requiring strip for the crop. The B accumulated increased significantly in leaves and aerial part being greater on cultivars on Cambisol, due to this soil type characteristic.

*Guidance Committee: Marco Antônio R. Alvarenga-UFLA (Major Professor), Janice Guedes de Carvalho -UFLA, Miralda Bueno de Paula - EPAMIG

Capítulo 1

1 INTRODUÇÃO

A produção brasileira de batata em 2003 foi de 2.897,472 toneladas, numa área de 146.963 hectares, representando um rendimento médio de 19,715 t/ha (Agrianual, 2004). O estado de Minas Gerais contribuiu com 34% da produção nacional (986.034 t), ocupando área de 39.387 ha, com produtividade média de 25 t/ha sendo o maior estado produtor de batatas do Brasil (Agrianual, 2004).

O consumo de batatas no Brasil é baixo (15 kg/hab. /ano) e cerca de 95% desse consumo são na forma in natura (Nagano, 1999), sendo a fritura a forma preferida de preparo desse alimento (Lopes & Buso, 1997). O Brasil deverá manter estável o consumo in natura e expandir o consumo de batata industrializada e a previsão é que, em dez anos o sudeste brasileiro, duplicará seu consumo, contando, para tanto, com a diversificação dos produtos derivados de batata a menores custos, a provável elevação da renda da população e o aumento da frequência com que os habitantes dessa região farão refeições fora de casa (Agrianual, 1997). O consumo interno apresenta enorme potencial de crescimento, principalmente para a região nordeste, onde o consumo per capita é de 5,5 kg/hab/ano. Para isso é necessário contar com produtos processados para prolongar a sua vida útil e, ao mesmo tempo, reduzir o custo com transporte e armazenamento.

Assim, deve ser intensificado o uso de tecnologias para que o mercado possa continuar crescendo e toda a sua cadeia continue a prosperar no médio prazo (Agrianual, 2002). Mais recentemente, têm-se criado, no estado de Minas Gerais, boas expectativas no desenvolvimento de indústrias ligadas ao processamento de batatas sob a forma de fécula e de outros subprodutos

componentes da alimentação humana e animal, como também para atender demandas de outros setores industriais. Tudo isso tem criado uma enorme demanda por cultivares que sejam boas produtoras de tubérculos, com características bem definidas para cada segmento de consumo, com boa conservação pós-colheita e que, uma vez processadas, apresentem alto rendimento industrial e produtos de boa qualidade. O crescimento da safra de inverno e a inclusão de áreas de plantio, como as regiões do Triângulo e Alto Paranaíba e do Alto São Francisco, que apresentam relevo mais plano, têm permitido o uso de tecnologias mais avançadas com rendimentos superiores a 40 t/ha, igualando àquela obtida nos principais países produtores europeus (Juliatti et al., 2001).

O ecossistema dos cerrados caracteriza-se geralmente, por apresentar relevo plano ou suavemente ondulado, facilitando a utilização de práticas agrícolas mecanizadas. Estas qualidades, associadas à boa profundidade destes solos, têm sido um dos fatores mais importantes na expansão da fronteira agrícola brasileira. Os cerrados são representados, principalmente, por Latossolos, ocupando 48,8% da área total,; Podzólicos, 15,1% e Cambissolos, 3,0% (Alvarez, et al., 1996). São solos intemperizados, com intenso processo de remoção de sílica e bases do perfil, baixos valores de pH, baixa saturação por bases e altos valores por saturação de alumínio (Malavolta, 1980). Os Cambissolos possuem características morfológicas e até mesmo químicas, semelhantes aos latossolos, porém, diferenciando-se destes por apresentarem altos teores de silte em relação à argila e ou maior proporção de minerais primários facilmente intemperizáveis (Rezende et al., 1987).

Os solos de regiões tropicais e chuvosas tendem a ter baixos teores de boro disponível, independente do material de origem, o que é ocasionado pela alta mobilidade do elemento no solo e pelo alto grau de intemperismo, como os de cerrado (Malavolta, 1980). Nessas condições, o boro aplicado, além das

interferências pelo pH e teor de matéria orgânica, sofre também interferência pelos compostos de ferro e alumínio, tipo de argila, textura, umidade e interações com outros íons, e dessa maneira, afeta a cultura da batata.

Nos últimos anos, o uso de micronutrientes na agricultura tem sido maior, notadamente de boro e zinco, uma vez que a produtividade agrícola ocasionada pela alta tecnologia empregada em determinadas regiões pode ser reduzida pela deficiência desses elementos e em função da baixa fertilidade de alguns solos. A maior remoção pelas colheitas e o uso crescente de calcário e adubos fosfatados também podem contribuir para redução de micronutrientes disponíveis às plantas.

Diversos autores têm mostrado o efeito do boro na qualidade da batata, Mondy & Munshi (1993) avaliando o seu efeito na descoloração enzimática e sobre os teores de fenólicos e ácido ascórbico, constataram diminuição significativa dos teores de fenólicos e da descoloração enzimática e aumento significativo da concentração de ácido ascórbico (vitamina C) pela aplicação de 3.36 kg ha^{-1} de boro. Roberts & Rhee (1990), em casa de vegetação, constataram aumento de matéria seca e de nutrientes.

Esse trabalho teve como objetivo avaliar a produção e a qualidade dos tubérculos de batata em resposta à aplicação de B em solos sob cerrado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Boro no solo

O boro é um não-metal que apresenta diversas formas, das quais a mais comum é amorfa. Não forma cátion do tipo B^{3+} , sendo muito grande a semelhança entre o ácido silícico e o ácido bórico (Raij, 1991). Em solução, as formas mais importantes são o ácido bórico (H_3BO_3) e o ânion $B(OH)_4^-$, tratando-se de um ácido muito fraco e sua dissolução parcial ocorre em valores elevados de pH ($pK_1=9,14$).

As formas inorgânicas mais comuns do B são o ácido bórico (H_3BO_3) e o ânion $B(OH)_4^-$, sendo o ácido bórico a forma predominante em valores mais comuns de pH dos solos, enquanto o $B(OH)_4^-$ predomina em pH acima de 9,2 (Lindsay, 1972).

O B aparece sempre combinado com o oxigênio nos minerais, formando boratos; participa da estrutura de um grande número de minerais, e apresenta maior concentração nos granitos e menor nos basaltos, o que o difere dos demais micronutrientes. Em rochas ígneas, sedimentares e metamórficas o elemento ocorre como borossilicatos, com concentração média entre 10 e 20 mg B Kg^{-1} , resistentes ao intemperismo e não prontamente disponíveis as plantas (Nable et al., 1997).

Segundo Dantas (1991), a turmalina possui de 3% a 4% de B, sendo a principal fonte nos solos bem drenados de regiões úmidas. O B é quantificado nas formas total e disponível e seus teores variam de acordo com o mineral presente no solo e com teores de matéria orgânica. Entretanto Malavolta (1980), considera que a turmalina não seja a principal fonte de B aos vegetais devido à sua alta resistência ao intemperismo, e cita a matéria orgânica como sendo a principal fonte de B, responsável pelo suprimento às plantas. O comportamento

químico do B é muito simples quando comparado com outros nutrientes. No solo não sofre reações de oxirredução ou volatilização, não reage com a água nem ácidos ou bases (Goldberg, 1997; Emsley, 1998) e sua presença no solo é dividida em três categorias: B total, B solúvel em ácido cítrico e B solúvel em água (Sah & Brown, 1997).

A disponibilidade de B às plantas em um determinado solo é controlada pelos seus atributos físicos, químicos e mineralógicos e a variação destes dificulta a predição da sua disponibilidade devido às técnicas de extração específicas. Segundo Shorrocks (1997), o teor de B total não é um indicador seguro da disponibilidade às plantas devido à extrema insolubilidade dos minerais com B em sua constituição. Segundo Alvarez et al. (1998), o teor de boro disponível no solo, considerando sua definição operacional, é aquele obtido por meio de um método de extração que se correlacione estreitamente com a quantidade do nutriente absorvido e acumulado por determinada planta.

A concentração de B na solução do solo é geralmente controlada pela reação de adsorção e as plantas, por outro lado, respondem somente à concentração existente na solução do solo (Keren et al., 1985).

As espécies mononucleares, H_3BO_3 e $H_4BO_4^-$ predominam em baixas concentrações ($\leq 0,02 \text{ mol L}^{-1}$) no solo e na seiva das plantas, em altas concentrações. Com o aumento do pH, são formados íons polinucleares como $B_2O(OH)_6^{2-}$, $B_3O_3(OH)_4^-$, $B_4O_5(OH)_4^{2-}$ (ânion bórax) e $B_5O_6(OH)_4^-$ (Power & Woods, 1997).

A disponibilidade do B é função de uma série de fatores ligados às características químicas do elemento, à formação do solo, bem como as suas características e propriedades atuais. A quantidade de boro total no solo varia de 4 a 98 mgdm^{-3} (Jackson, 1970).

O B possui a faixa mais estreita entre os níveis de toxidez e deficiência dentre os micronutrientes. Sua concentração na solução do solo é geralmente

controlada pelas reações de adsorção e sua principal forma de transporte é pelo fluxo de massa. O B é o mais móvel dos micronutrientes, com exceção do cloro, podendo ser lixiviado em solos de textura leve. Quando é liberado pelos minerais do solo, pela matéria orgânica após sua mineralização, ou quando adicionado como fertilizante, uma parte permanece na solução e outra é adsorvida ou fixada pelas partículas do solo (Gupta et al., 1985).

Deficiências de B são muito comuns na agricultura brasileira e ocorrem em solos responsivos do estado de São Paulo, assim como em vários Latossolos e Podzólicos (Brasil Sobrinho, 1965). Segundo Lopes (1984), vários solos sob cerrado em MG, GO, MS e MT também são responsivos ao B.

2.2 Fatores que afetam a disponibilidade de B

A importância de se ter um solo com equilíbrio de nutrientes e matéria orgânica é observada quando se adiciona B ao solo, pois parte da quantidade aplicada permanece na solução e outra fração é adsorvida à fase sólida. Como as plantas só absorvem o B dissolvido na solução do solo, a capacidade do solo em adsorver esse nutriente adquire importância significativa, tanto para a correção da deficiência quanto para a prevenção dos casos de toxidez (Cruz et al., 1987).

O B aplicado por meio de fertilizantes ou água de irrigação pode ser adsorvido à parte sólida, estabelecendo um equilíbrio entre o elemento na fase sólida e na fase líquida. A disponibilidade de um nutriente no solo refere-se ao seu teor que está em forma passível de ser absorvida pelas raízes e metabolizado pelas plantas. A quantidade de B que um solo pode adsorver depende de vários fatores, tais como textura do solo, pH da solução do solo, teor de matéria orgânica, composição mineralógica, óxidos e argilominerais, dentre outros.

O pH do solo é o fator que mais influencia a disponibilidade de boro no solo, aumentando na faixa de pH de 3 a 9 e decrescendo na faixa de 10 a 11,5

(Goldberg & Glaubig, 1986). O ácido bórico é a forma que predomina em pH abaixo de 7 e sua baixa adsorção deve-se à sua pouca afinidade com os minerais de argila (Evans & Sparks, 1983). O aumento do pH da solução do solo resulta em uma concentração do íon borato que possui alta afinidade com minerais de argila, tomando-se, portanto, menos disponível às plantas. O aumento do pH do solo diminui o teor de boro em solução, pelo aumento da adsorção deste nutriente na superfície dos colóides. Tal fato ocorre com frequência quando da aplicação de calcário em solos ácidos ou em solos com baixos teores de boro.

Após a calagem do solo, as diversas formas de alumínio trocável são substituídas pelo Ca e Mg e precipitam-se na forma de $\text{Al}(\text{OH})_3$. Este precipitado pode adsorver B. Considera-se que, enquanto o aumento do pH aumenta a adsorção de boro, o efeito dominante é o decréscimo em sua concentração na solução do solo, devido à adsorção do elemento no $\text{Al}(\text{OH})_3$ recém-precipitado. Essa adsorção é alta, logo após a aplicação de calcário, devido à recém-precipitação do $\text{Al}(\text{OH})_3$, decrescendo acentuadamente com o tempo e tornando-se constante ao redor de 7 dias (Evans & Sparks, 1983). Assim, a aplicação de calcário ao solo em grandes dosagens pode tornar o B menos disponível, causando deficiência às plantas, mesmo que a quantidade de B no solo não seja tão baixa.

A textura influencia diretamente na adsorção do B; os solos de textura grosseira contêm, frequentemente, menor quantidade de B que solos de textura mais fina (Goldberg, 1997). Para uma mesma quantidade de B adicionado, as plantas terão maior facilidade de absorver quantidades maiores nos solos de textura grosseira, pois a fração argila tem maior capacidade de reter B que o primeiro. Dessa forma, a deficiência de B ocorre com mais frequência em plantas desenvolvendo-se em solos arenosos, principalmente quando receberem calagem (Shorrocks, 1997). Conseqüentemente solos argilosos requerem maiores quantidades de B em relação aos de textura mais grosseira, embora

apresente maior capacidade de suprimento do nutriente ao longo do tempo, devido ao fator capacidade do solo.

Os óxidos de Fe e Al, componentes da fração argila do solo, desempenham importante papel na adsorção do B. Esta adsorção é intensificada em decorrência da predominância destes óxidos como constituintes da fração coloidal inorgânica em grande parte dos solos tropicais. A adsorção aumenta com o aumento de pH, ocorrendo a adsorção máxima a pH 6 a 8 para óxidos de Al e pH 7 a 9, para óxidos de Fe (Su & Suarez, 1995 ; Sims & Bingham, 1968a).

Quanto ao efeito da calagem na adsorção de B, espera-se que, após a aplicação de calcário, ocorra aumento na adsorção de B pelo solo, principalmente aqueles com altos teores de Fe e Al.

As camadas de minerais de argila também são importantes superfícies de adsorção de B (Goldeberg, et al., 1996) e, segundo Keren & Mezuman (1981), segue a ordem de adsorção de B: caulinita, montmorilonita e ilita.

A matéria orgânica é considerada o principal reservatório de boro disponível em solos ácidos. Talvez este seja o constituinte dos solos que mais afeta a disponibilidade de B, principalmente por adsorver maior quantidade de B em peso, que os constituintes minerais. O boro associado à matéria orgânica se origina da assimilação do boro pelas plantas e pela biomassa microbiana (Gupta et al., 1985). O B disponível encontra-se associado à matéria orgânica, razão pela qual seus teores são mais altos nos horizontes superiores. O B total do solo é correlacionado com o conteúdo de matéria orgânica contida no solo (Brasil Sobrinho, 1965, Gupta, 1968; Ruy, 1986). Assim, embora o boro ligado à matéria orgânica do solo não esteja imediatamente disponível para as plantas, ele é considerado a principal fonte de boro disponível em solos ácidos, quando liberado pela mineralização (Gupta et al., 1985).

O pH do solo pode exercer também um efeito indireto na disponibilidade de B por afetar a atividade microbiológica. Siqueira & Franco (1988) afirmam

que a taxa máxima de mineralização de compostos orgânicos ocorre em pH aproximadamente neutro. Lembrando que a matéria orgânica é uma importante fonte de B nos solos de regiões tropicais, este processo deve ter uma importância relevante em sua disponibilidade, embora Parks & White (1952) afirmem que estímulos na atividade microbiana podem aumentar a formação do grupo diol e tornar o B não disponível às plantas, pelo menos temporariamente.

O fluxo de massa é diretamente proporcional ao fluxo de água no solo, afetando diretamente o transporte de B até as raízes. Portanto, a umidade do solo é condição para que haja movimentação de B (Ferreira, 1992).

A deficiência deste micronutriente nas plantas durante períodos secos não pode estar somente associada aos níveis de B solúvel em água no solo. A redução da umidade do solo, em associação com a diminuição do fluxo de massa e taxa de difusão, bem como do fluxo transpiratório que é limitado nas plantas durante os períodos mais secos, podem ser os fatores responsáveis pela deficiência de B, mesmo havendo teores adequados no solo (Gupta, 1979).

Segundo Malavolta (1980), deficiências temporárias de B podem ocorrer quando as condições ambientais estão desfavoráveis (quente e seco ou seco e frio), pois ocorre menor atuação dos microrganismos na decomposição da matéria orgânica. Quando ocorre a chuva ou irrigação sobre esta camada superficial do solo, estas deficiências podem desaparecer.

Tisdale et al. (1985) relatam que a deficiência temporária de B durante períodos de seca é muito comum e deve-se, em grande parte, ao fato da mineralização da matéria orgânica ser bastante lenta sob estas condições.

O B apresenta maior disponibilidade em pH na faixa de 5 a 7, sendo que, em condições de alta pluviosidade, ocorrem perdas por lixiviação (Lopes & Carvalho, 1988) e estas perdas podem ser acentuadas se os solos forem arenosos.

A interação entre nutrientes pode também diminuir a disponibilidade de B, principalmente a interação Ca e B, baseada no fato de que ambos têm uma

função primária na interface da membrana plasmática da parede celular, embora trabalhos baseados na relação Ca : B tenham se mostrado inconclusivos (Gupta, 1979).

2.3 Boro na planta

O papel do B na nutrição da planta ainda é o menos conhecido dentre os nutrientes minerais. Todo o conhecimento adquirido é proveniente de estudos sobre o que acontece quando o B é suprimido ou ressuprido após uma deficiência (Marschner, 1995).

As funções atribuídas ao B estão relacionadas ao metabolismo de carboidratos e fenóis, ao transporte de açúcares através das membranas e à síntese de ácidos nucleicos (DNA e RNA), síntese de fito-hormônios e síntese, integridade e lignificação da parede celular (Marschner, 1995). Malavolta (1980) atribui ao B as funções de síntese de base nitrogenada uracila e, como consequência, a síntese de proteínas, a germinação do grão de pólen o crescimento do tubo polínico, e ainda o controle das vias pentoses-fosfato, na qual, ocorrendo deficiência, esta poderá acarretar na geração de produtos fitotóxicos.

Devido à sua função nos tecidos em expansão e sua limitada mobilidade, o suprimento de B deve ser contínuo por toda a vida da planta e, usualmente, pela raiz. A exigência em B é normalmente maior para a produção de sementes e grãos do que para o crescimento vegetativo das plantas. Devido à sua participação no processo de fertilização, sua carência acarreta baixo pegamento da florada, má formação de grãos em cereais (chochamento de grãos) e esterilidade masculina (Faquin, 1997).

O B é absorvido da solução do solo nas formas de H_3BO_3 e $H_2BO_3^-$. Segundo Raven (1980), a membrana é permeável ao ácido bórico e a sua



absorção é um processo passivo, ou seja, não metabólico. Com base nisso, diz-se que a absorção é determinada pela sua concentração no solo e pela taxa de transpiração da planta. Gupta (1979) mencionou que a taxa de transpiração tem uma influência decisiva no transporte ascendente de B nas plantas, sugerindo que este micronutriente seja principalmente translocado via xilema razão pela qual sua deficiência sempre se inicia nos pontos de crescimento. Quando não é redistribuído, os primeiros distúrbios aparecem nos tecidos de crescimento e órgãos mais novos das plantas. Essas plantas são classificadas como tendo mobilidade restrita de B (Brow & Shelp, 1997).

O B também se apresenta móvel no floema, em algumas espécies, independente do fluxo de transpiração e neste caso, apresenta-se complexado por açúcares de baixo peso molecular (Brow & Hu, 1996). Assim como o Ca, o B é considerado imóvel ou móvel somente a uma extensão limitada do floema. Esta imobilidade faz com que seu conteúdo seja maior nos tecidos mais velhos do que nos mais novos (Mengel & Kirkby, 1987). O B tem funções similares às do Ca no apoplasto, ambos regulando a síntese e a estabilidade de constituintes da parede celular, incluindo as membranas plasmáticas. O B não somente complexa fortemente com constituintes da parede celular, mas também é requerido para integridade estrutural, formando ligações cruzadas de ester-borato. Essas ligações são relativamente fracas, rompendo-se durante o alongamento celular e, posteriormente, poderá prover cargas negativas para interações iônicas, por exemplo, com Ca^{2+} (Loomis & Durst, 1992).

O sistema radicular é a primeira parte da planta a ser afetada pela carência de boro (Magalhães, 1988). Aparentemente, o boro em solução move-se para as raízes através do fluxo de água, até que ocorra um equilíbrio entre os níveis do elemento nas raízes e na solução. Devido a esta absorção passiva, quantidades tóxicas são absorvidas pelas plantas quando o nível de boro na solução é alto (Dechen et al., 1991).

O B influencia a atividade de elementos específicos da membrana celular, aumentando a capacidade da raiz em absorver P, Cl e K (Malavolta, 1980). O boro combina com carboidratos formando produto mais solúvel nas membranas, facilitando o transporte o seu transporte das folhas para outros órgãos e exercendo influência na estrutura e funcionamento dos vasos condutores que se desorganizam em casos de deficiência (Malavolta, 1980).

Outra importante propriedade do ácido bórico é sua habilidade em formar complexos Cis-diol com uma grande variedade de moléculas orgânicas, as quais incluem açúcares, fenóis, ácidos orgânicos e alguns polímeros (Raven, 1980). A formação de complexos açúcar-borato confere maior solubilidade aos produtos da fotossíntese, que atravessam mais facilmente as membranas celulares do que as moléculas de açúcares altamente polares, facilitando o transporte de açúcares através das membranas.

As plantas diferem na sua capacidade de absorver B. Assim, num mesmo solo, as gramíneas podem conter de 5 a 10 mg B Kg⁻¹ e as dicotiledôneas 20 a 70 mg B Kg⁻¹. Segundo Marschener (1995), as gramíneas apresentam pequena quantidade de material péctico nas paredes celulares primárias, portanto, a deficiência de B em gramíneas ocorre em menores proporções no campo.

A deficiência de B resulta em uma rápida inibição do crescimento da planta, conseqüência de seu papel estrutural específico nas paredes celulares, as quais são grandemente afetadas em nível macro e microscópico. A espessura da parede e a proporção entre parede celular e o total de matéria seca do tecido são maiores neste caso. Os efeitos da deficiência na função da membrana são primários, seguidos de severas injúrias fisiológicas.

Há decréscimos no conteúdo e na taxa de síntese de DNA sob deficiência de B, o qual, acredita-se, que esteja envolvido na síntese da base nitrogenada uracila. Como esta é componente do RNA, a deficiência de B

também afeta a síntese do ácido nucléico e, em consequência, a síntese de proteínas (Marschner, 1995).

Nas extremidades radiculares, a deficiência de B resulta na redução do alongamento celular associado com mudanças na divisão celular, passando da direção longitudinal para radial, gerando raízes com aparência grosseira e espessa. Em plantas deficientes em B, os níveis de auxinas são frequentemente maiores que o normal (Robertson & Loughman, 1974), similar ao que ocorre sob deficiência de cálcio sendo indicativo de alteração na membrana. Com a deficiência, os processos metabólicos são afetados em âmbito molecular e desencadeiam alterações metabólicas, produzindo um efeito cascata com alteração celular e modificações no tecido, que são os sintomas visuais da desordem. Segundo Oliveira et al. (1996), os principais sintomas são: internódios superiores curtos e folhas jovens encopadas e malformadas no ápice; tecido internerval enrugado, quebradiço, rasgando-se facilmente; folhas novas encurvadas para baixo como se estivessem enroladas; número de ramos nem sempre alterado, mas com tamanho reduzido, conferindo à planta aspecto de uma pequena moita, tipo alface; produção reduzida de flores e vagens, plantas mortas antes da floração, em caso de deficiência severa; meristema morto e brotos marrons. A deficiência dos micronutrientes boro e zinco está entre as mais freqüentes nos solos tropicais, atingindo tanto as culturas anuais (algodão, trigo) como as hortaliças (Faquin, 1997 ; Malavolta et al., 1997).

O B apresenta uma faixa muito estreita entre os teores de deficiência e toxidez. Os sintomas de excesso, em plantas nas quais o B é imóvel no floema, coincidem com as regiões de maior transpiração, como acúmulo no ápice, na extremidade das folhas velhas, com sintoma visível típico de queimadura, manchas necróticas, e ou necroses nos bordos das folhas (Marschner, 1995). Em espécies onde o B é móvel no floema, os sintomas de toxicidade são: morte dos brotos terminais, aparecimento de lesões marrons no caule e pecíolos, desordens

nos frutos (gomose, necroses internas), necroses na casca (Brown & Hu, 1996). As plantas com nutrição equilibrada apresentam maior resistência ao ataque de fungos e pragas, como resultado de barreiras bioquímicas ou morfológicas (Marschner, 1995 ; Huber, 1980).

2.4 Principais fatores nutricionais responsáveis pela qualidade da batata

Os tubérculos de batata são compostos de aproximadamente, 78% de água, 2% de proteínas e 20% de carboidratos (Orr & Cash, 1991). A proteína da batata é constituída de aminoácidos essenciais e não essenciais e, embora não seja uma fonte protéica importante em termos quantitativos, é de elevada qualidade. Aproximadamente 80% do peso dos carboidratos da batata são formados por amido, composto basicamente de amilopectina (75% -79%) e amilose (21% - 25%) (Borgstron, 1976). A batata é também excelente fonte de vitamina C, fornecendo de 12 a 23 mg por 100 gramas de matéria fresca, embora haja muitas perdas durante o cozimento e processamento (Rodrigues-Saona & Wroltad, 1997).

A maturidade fisiológica do tubérculo corresponde ao ponto no qual o teor de matéria seca é máximo e o conteúdo de açúcares é mínimo.

O maior teor de matéria seca favorece a qualidade final do produto, conferindo-lhe menor absorção de óleo, no caso de serem fritas, garantindo-lhe crocância e alto rendimento industrial. A seleção de materiais com base no maior teor de matéria seca é fundamental para materiais destinados ao processamento industrial. As mudanças nos teores de matéria seca e amido estão associados a outras características dos tubérculos e da folhagem, incluindo a senescência da folhagem, o volume e a dormência dos tubérculos (Hope et al., 1960).

Os tubérculos podem estar fisicamente maduros, sem, no entanto, terem adquirido a maturidade química, ou seja, baixa concentração de açúcar.

Tubérculos menores e imaturos apresentam teores de açúcar mais elevados (Richardson et al., 1990). As concentrações de açúcar variam durante o crescimento, podendo estar altas no momento da colheita, principalmente se algum estresse ambiental ou cultural (nutrição mineral, irrigação, temperatura durante o desenvolvimento da cultura) atrasar a maturidade química. Os tubérculos de plantas expostas ao calor e ao estresse de água frequentemente acumulam açúcares redutores na extremidade ligada ao caule. Os altos níveis de açúcares redutores nos tubérculos são os principais responsáveis pelo escurecimento indesejável dos produtos processados. Segundo Low et al. (1989), o escurecimento não enzimático ou reação de Maillard que inicia entre o grupamento carbonila ou cetona do açúcar redutor e o grupo amino de aminoácidos, peptídeos ou proteínas, é um problema sério nos produtos de batata, tais como grânulos, flocos, “chips” e fritas à francesa.

A gravidade específica é também uma importante característica para o processamento de batata sendo correlacionada, positivamente, com o conteúdo de matéria seca e amido e está diretamente ligada ao teor de sólidos totais do tubérculo influenciando a qualidade do produto final.

O teor de matéria seca dos tubérculos pode ser influenciado pelos nutrientes presentes no solo. Geralmente, N e K decrescem os teores de matéria seca, enquanto que P aumenta (Fontes, 1997). Segundo Westermann et al. (1994a,b), as aplicações de N e K reduzem as concentrações de matéria seca em tubérculos de batata. Geralmente quando o desenvolvimento da folhagem é estimulado, ocorre um decréscimo no teor de matéria seca dos tubérculos. As altas temperaturas, especialmente à noite, também diminuem o teor de matéria seca (Manrique, 1989).

Segundo Perrenoud (1983), diversas características dos tubérculos podem ser influenciadas pelos nutrientes presentes no solo: o Nitrogênio pode aumentar o tamanho, o peso e o teor de açúcares redutores, mas pode reduzir os

teores de amido, matéria seca e gravidade específica dos tubérculos de batata. O fósforo pode aumentar o peso, os teores de matéria seca, o amido, a gravidade específica, açúcares redutores e vitamina C. O potássio pode aumentar o tamanho, peso e vitamina C e reduzir a matéria seca, amido, gravidade específica e açúcares redutores. O cálcio é um macronutriente crítico para o crescimento e o desenvolvimento normal das plantas. Batatas cultivadas na ausência de cálcio não produzem tubérculos e apresentam senescência precoce, tomando-se mais susceptíveis a danos mecânicos e esfoladuras durante o arranquio, classificação e transporte, tendo reduzida conservação pós-colheita (Paiva, 1997). Como sintomas de deficiência de cálcio, os mesmos autores observaram, além do tamanho reduzido, incidência de crescimento secundário (embonecamento) e descoloração interna nos tubérculos. O boro pode aumentar o tamanho dos tubérculos, o número de tubérculos graúdos, diminuir a incidência de rachaduras e pode alterar os teores de matéria seca e amido nos tubérculos de batata. Sacramento et al. (1979), avaliando doses crescentes de B, na Zona da Mata de Minas Gerais, obtiveram, além de incremento de 35% na produção, aumento linear da incidência do número de tubérculos graúdos, reduzindo linearmente a percentagem em peso dos tubérculos médios e miúdos, além de contribuírem para a melhoria do tipo comercial.

O efeito do boro na qualidade é amplamente conhecido nas espécies produtoras de grãos e nas espécies olerícolas, como crucíferas, alho, alface e hortaliças de modo geral. Na batata, é pouco estudado, sendo raros trabalhos enfocando o seu efeito na qualidade e interações com os teores de nutrientes.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL - Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP – Consultoria & Comercio, 1997. p. 131-135.

AGRIANUAL - Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP – Consultoria & Comercio, 2004. p. 72-180.

ALVAREZ, H. V. V.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Ed.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, MG: SBCS/UFV/DPS, 1996. 930 p.

ALVAREZ, V. V. H.; NOVAIS, R. F. de ; BRAGA, J. M. ; NEVES, J. C. L. ; BARROS, N. F.; RIBEIRO, A. C.; DEFILIPO, B. V. Avaliação da fertilidade do solo: metodologia. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA NA UFV, 1., 1998. Viçosa. Resumos... Viçosa: UFV, 1998.

ANUARIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, **Indicadores conjunturais - levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <<http://www.site.ibge.gov.br>>. Acesso em: jan. 2002.

BORGSTRON, G. **Principles of food science**. 2. ed. Wesport, Connecticut: Food Nutrition Press, 1976. v. 1, 397 p.

BRASIL SOBRINHO, M. O. C. **Levantamento do teor de boro em alguns solos do Estado de São Paulo**. 1965. 135 p. Dissertação (Mestrado em Solos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

BROWN, P. H.; HU, H. Phloem mobility of boron in species dependent: evidence phloem mobility in sorbitol-rich species. *Annals of Botany*, New York, v. 77, n. 5, p. 497-505, May 1996.

BROWN, P. H.; SHELP, B. J. Boron mobility in plants. *Plant and Soil*, The Hague, v. 193, n. 1/2, p. 85-101, June 1997.

CRUZ, M. C.; NAKAMURA, A. M.; FERREIRA, M. E. Adsorção de boro pelo solo: efeito da concentração e do pH. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 6, p. 621-626, jun. 1987.

DANTAS, J. P. Boro. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1988, Jaboticabal. *Anais...* Jaboticabal: POTAFOS/CNPq, 1991. p. 113-130.

DECHEN, A. R.; HAAG, H. P.; CARMELLO, Q. A. C. Mecanismo de absorção e de translocação de micronutrientes. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1991, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: POTAFOS/CNPQ, 1991, p. 78 -111.

EMSLEY, J. *The elements*. 3. ed. Oxford University Press, 1998. 295 p.

EVANS, C. M.; SPARKS, D. L. On the chemistry and mineralogy of boron in pure and mixed systems: a review. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, v. 14, n. 19, p. 827-846, 1983.

FAQUIN, V. *Nutrição mineral de plantas*. Lavras: ESAL/FAEPE, 1997. 277p.

FERREIRA, R. M. A. *Crescimento de Eucalyptus citriodora cultivado em dois latossolos sob influência de níveis de boro e umidade*. 1992. 133 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

FONTES, P. C. R. *Preparo do solo nutrição mineral e adubação da batateira*. Vicoso: UFV, 1997. 42 p. (cadernos didáticos,3).

GOLDBERG, S. Reactions of boron whit soils. *Plant and Soil*, The Hague, v. 193, n. 1-2, p. 35-48, June 1997.

GOLDBERG, S.; FORSTER, H. S.; LESCH, S. M. e HEICK, E. L. Influence of anion competition on boron adsorption by clays and soils. *Soil Science*, Baltimore, v. 161, n. 2, p. 99-103, Feb. 1996.

GOLDBERG, S.; GLAUBIG, R. A. Boron adsorption on California soils. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 50, n. 5, p. 1173-1176, Sept./Oct. 1986.

GUPTA, U. C. Boron nutrition of crops. *Advances in Agronomy*, New York, v. 31, p. 273-307, 1979.

GUPTA, U. C. Relationship of total and hot-water soluble boron, and fixation of added boron, to properties of podzol soils. *Soil Science Society of America Proceedings*, Madison, v. 32, n. 1, p. 45-48, Jan./Feb. 1968.

GUPTA, U. C.; JAME, Y. W.; CAMPBELL, C. A.; LEYSHON, A. J.; NICHOLAICHUK, W. Boron toxicity and deficiency: a review. *Canadian Journal of Soil Science*, Ottawa, v. 65, n. 3, p. 381-409, Aug. 1985.

HOPE, G. W.; MacKAY, D. C.; TOWNSEND, L. R. The effect of harvest date and rate of nitrogen fertilization on the maturity, yield and chipping color. *American Potato Journal*. New Brunswick, v. 37, n. 1, p. 28-33, jan. 1960.

HUBER, D. M. The role of mineral nutrition in defense. In: HORSFALL, J. G.; COWLING, E. B. (Ed.) *Plant disease: an advanced treatise*. New York: Academic Press, 1980. Cap. 21, v. 5, p. 381-406.

JACKSON, M. L. *Análise química de solos*. 2. ed. Barcelona: Omega, 1970. 662 p.

JULIATTI, F. C.; LUZ, J. M. Q.; BARCELOS, J. E. T. Batata no triângulo mineiro. *Batata show*, v. 1, n. 3, p. 28-30, set. 2001.

KEREN, R.; BINGHAM, F. T.; RHOADS, J. D. Plant uptake of boron as affected by boron distribution between liquid and solid phases in soil. *Soil Science America Journal*, Madison, v. 49, n. 2, p. 297-302, Mar./Apr. 1985.

KEREN, R.; MEZUMAN, U. Boron adsorption by clay minerals using a phenomenological equation. *Clay and Clay Mineralogy*, New York, v. 29, n. 3, p. 198-204, 1981.

LINDSAY, W. L. Inorganic phase equilibria of micronutrients in soils. In: MORTVEDT, J. J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W. L. (Ed.) *Micronutrients in agriculture*. Madison: Soil Science Society of America, 1972. p. 41-57.

LOOMIS, W. D.; DURST, R. W. Chemistry and biology of boron. *Biofactors*, Oxford, v. 3, n. 4, p. 229-239, Apr. 1992.

LOPES, A. S. Uso eficiente de fertilizantes com micronutrientes. *SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA*, 1984, Brasília. *Anais...* Brasília: EMBRAPA-DEP, 1984 (Documentos, 14).

LOPES, A. S.; CARVALHO, J. G. Micronutrientes: critérios de diagnose para solo e planta. In: *SIMPÓSIO SOBRE ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA*, 1., 1988, Londrina. *Anais...* Campinas: EMBRAPA-CNPS/IAPAR/SBCS, 1988. p. 133-178.

LOPES, C. A.; BUSO, J. A. Escolha da cultivar. In: LOPES, C. A.; BUSO, J. A. (Ed.) *Cultivo da batata (*Solanum tuberosum* L.)*. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 1997. p. 3-4. (EMBRAPA -CNPQ. Instruções Técnicas, 8).

LOW, N.; JIANG, B.; DOKHANT, S.; PALCIC, M. M. Reduction of glucose content in potatoes with glucose oxidase. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 54, n. 1, p. 118-121, Jan./Feb. 1989.

MAGALHÃES, J. R. **Diagnose de desordens nutricionais em hortaliças.** Brasília: EMBRAPA/CNPH, 1988. 64 p. (EMBRAPA/CNPH - Documentos, 1).

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Agronômica Geres, 1980. 215 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 210 p.

MANRIQUE, L. A. Analysis of growth of Kennebec potatoes grown under different environments in the tropics. **American Potato Journal**, Orono, v. 66, n. 5, p. 277-291, May 1989.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

MENGEL, K.; KIRKBY, A. **Principles of plant nutrition.** Bern: International Potash Institute. 1987. 687 p.

MONDY, N. I.; MUNHI, C. B. Effect of boron on enzymatic discoloration and phenolic and ascorbic acid content of potatoes. **Journal of Agricultural Food chemistry**, Washington, v. 41, n. 4, p. 554- 556, Apr. 1993.

NABLE, R. O.; BAÑUELOS, G. S.; PAULL, J. G. Boron toxicity. **Plant and Soil**, The Hague, v. 193, n. 1/2, p. 181-198, June 1997.

NAGANO, Y. **Batata brasileira tem qualidade.** **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 197, p. 1-2, 1999.

OLIVEIRA, I. P.; ARAÚJO, R. S.; DUTRA, L. G. **Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio.** In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Ed.) **Cultura do feijoeiro comum no Brasil.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p. 169-221.

ORR, P. H.; CASH, J. N. Potatoes and potato processing. In: HUI, Y. H. *Encyclopedia of food Science and tecnologia*. Connecticut: John Wiley, 1991. v. 3, p. 2132-2136.

PAIVA, E. A S.; CASALI, V. W. D.; SILVA, E. A. M.; MARTINEZ, H. E. P.; CECON, P. R.; FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G. Qualidade de tubérculos de batata em função de doses de cálcio. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 15, n. 1, p. 53-57, maio 1997.

PARKS, W. L.; WHITE, J. L. Boron retention by clay and humus systems saturated with various cations. *Soil Science Society of America Proceedings*, Madison, v. 16, n. 3, p. 298-230, May/JU e 1952.

PERRENOUD, S. *Potato: fertilizers for yield and quality*. Bern: International Potash Institute, 1993. 94 p. (IPL. Boletim 8).

POWER, P. P.; WOODS, W. G. The chemistry of boron and its speciation in plants. *Plant and Soil*. The Hague, v. 193, n. 1/2, p. 1-13, June 1997.

RAIJ, B. van. *Fertilidade do solo e adubação*. Piracicaba: Agronômica Geres, 1991. 343 p

RAVEN, J. A. Short and long-distance transport of boric acid in plants. *New Phytologist*, Cambridge, v. 84, n. 2, p. 231-249, 1980.

REZENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D. P. *Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações*. Brasília: Ministério da Educação; Lavras: UFLA/POTAFÓS, 1987. 81 p.

RICHARDSON, D. L.; DAVIS, H. V.; ROSS, H. A. An investigation of factors influencing sugar levels in UK grow potatoes (cv Record). *Potato Research*, Wageningen, v. 33, n. 2, p. 235-239, June 1990.

ROBERTS, S.; RHEE, J. K. Boron utilization by potato in nutrient cultures and in field plantings. *Communications in Soil Science in Plant Analysis*, New York, v. 21, n. 11/12, p. 921-932, 1990.

ROBERTSON, G. A.; LOUGHMAN, B. C. Response to boron deficiency: A comparison with responses produced by chemical methods of retarding root elongation. *New Phytologist*, Cambridge, v. 73, n. 5, p. 821-832, 1974.



RODRIGUEZ-SAONA, L. E.; WROLSTAD, R. E. Influence of potato composition on chip color quality. **American Potato Journal**, Orono, v. 74, n. 2, p. 87, 106 Mar./Apr. 1997.

RUY, V. M. **Contribuição para o estudo de boro disponível em solos**. Piracicaba: ESALQ, 1986. 104 p. Dissertação (Mestrado em Solos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, Sp.

SACRAMENTO, C. K.; MONNERAT, P. H.; MIZUBUTI, A.; CAMPOS, J. P.; CARDOSO, A. A.; COELHO, J. P. **Respostas de cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.) à adubação com bórax**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 19., 1979, Florianópolis, S.C. Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária, 1979. v. 2 p. 226-227.

SAH, R.; BROWN, P. H. Techniques for boron determination and their application to the analysis and soil samples. **Plant and Soil**, The Hague, v. 193, n. 1/2, p. 15-33, June 1997.

SHORROCKS, V. M. The occurrence and correction of boron deficiency. **Plant and Soil**, The Hague, v. 193, n. 1/2, p. 121-148, June 1997.

SIMS, J. R.; BINGHAM, F. T. Retention of boron by layer silicates, sesquioxides, and soil materials: II. sesquioxides. **Soil Science Society of American Proceedings**, Madison, v. 32, n. 1, p. 364-369, Jan./Feb. 1968a.

SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. **Biotechnologia do solo: fundamentos e perspectivas**. Brasília: MEC/ESAL-FAEPE/ABEAS, 1988. 266 p.

SU, C. M.; SUAREZ, D. L. Coordination of adsorbed boron: A FTIR spectroscopic study. **Environmental Science Technology**, Washington, v. 29, n. 2, p. 302-311, Feb. 1995.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. **Soil Fertility and Fertilizers**. 4. ed. New York MacMillan, 1985. 754 p.

WESTERMANN, D. T.; TINDALL, T. A.; JAMES, D. W.; HURST, R. L. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: sugars and starch. **American Potato Journal**, Orono, v. 71, n. 7, p. 433 - 454, July 1994b

WESTERMANN, D. T.; TINDALL, T. A.; JAMES, D. W.; HURST, R. L. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: yield and specific gravity. **American Potato Journal**, Orono, v. 71, n. 7, p. 417 - 432, July 1994a.

CAPÍTULO 2

PRODUÇÃO E QUALIDADE DA BATATA (*Solanum tuberosum* L.) EM RESPOSTA AO BORO

RESUMO

MESQUITA, Hugo Adelante de. Produção e qualidade da batata (*Solanum tuberosum* L.) em resposta ao boro. 2004. Cap. 2, 27p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Este trabalho foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Ciências do solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no período de setembro a dezembro de 2002, com o objetivo de avaliar a produção e alterações na qualidade de tubérculos de batata em resposta a doses de boro. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 4 x 2, sendo os fatores: quatro doses de B (0,0 ; 0,75 ; 1,50 e 3,0 mg dm⁻³) e duas cultivares de batata, Asterix e Monalisa, com três repetições utilizando-se dois solos: Latossolo Vermelho escuro e Cambissolo. Foram avaliadas a produção, a matéria seca, amido, açúcares redutores e açúcares totais dos tubérculos. O aumento das doses de boro aumentaram a produção de tubérculos, a produção máxima foi obtida com a cultivar Asterix, em Latossolo Vermelho, com a dose de 2,19 mg dm⁻³ de B. A cultivar Asterix também apresentou as maiores porcentagens de matéria seca e amido nos tubérculos em Latossolo Vermelho. Os teores de açúcares redutores reduziram-se linearmente com o aumento das doses de boro nas duas cultivares no Latossolo Vermelho. No Cambissolo, a produção foi mais baixa, provavelmente devido ao alto teor de silte do solo, que dificultou a formação dos tubérculos. A cultivar Asterix foi 108% mais produtiva e 37% mais exigente em boro, quando comparada à 'Monalisa'.

*Comitê Orientador: Marco Antônio R. Alvarenga - UFLA (Orientador), Janice Guedes de Carvalho – UFLA (Co-orientadora), Miralda Bueno de Paula - EPAMIG (Co-orientadora).

ABSTRACT

MESQUITA, Hugo Adelande de. Yield and quality of the potato (*Solanum tuberosum* L) in response of boron levels. Lavras: 2004. Chap.2, 26p Thesis (Doctorate in Plant Science) – Lavras Federal University, Lavras, MG.*

The studies were conducted at Lavras Federal University in the Soil Science Department greenhouse from September to December 2002 period, in two soil type to evaluate yield, tuber quality alterations of two potato cultivars (Asterix and Monalisa) submitted to boron doses. The experimental design was a randomized blocks in a 4 x 2 factorial arrangement with three replicates, using four B doses (0.0, 0.75; 1.50 and 3.0 mg dm⁻³) and two potato cultivars (Asterix and Monalisa) as factors. Two soil types were used: Latosol and Cambisol. Yield, dry matter, starch, reducing sugars and total sugars tuber contents were evaluated. Increasing boron doses improved tuber yield, reaching yield maximum with the Asterix cultivar on Red Latosol at 2.19 mg dm⁻³ of B. The Asterix cultivar, also presented the highest percentages of dry matter and starch in tubers on Red Latosol. Reducing sugar content decreased with the Boron doses increased at two potato cultivars in Red Latosol. In Cambisol, yield was lower than Red Latosol, due to the high silt content in Cambisol, making difficult tuber formation. Asterix cultivar presented 108% greater yield than Monalisa cultivar in Cambisol, although requiring 37% more boron.

*Guidance Committee: Marco Antônio R. Alvarenga -UFLA (Major Professor), Janice Guedes de Carvalho-UFLA, Miralda Bueno de Paula -EPAMIG

INTRODUÇÃO

O B é o mais móvel dos micronutrientes, com exceção do cloro, podendo ser lixiviado em solos de textura leve. Quando é liberado pelos minerais, pela matéria orgânica após sua mineralização, ou quando adicionado como fertilizante, uma parte permanece na solução e outra é adsorvida ou fixada pelas partículas do solo. O aumento do pH diminui o teor de boro na solução pelo aumento da adsorção deste nutriente na superfície dos colóides. Tal fato ocorre com frequência quando da aplicação de calcário em solos ácidos e com baixos teores de boro.

O B é essencial para a germinação dos grãos de pólen, crescimento do tubo polínico e para a integridade e funcionamento das membranas celulares. Desempenha também importante papel na migração e metabolismo de carboidratos, facilitando o transporte de açúcares através das membranas na forma do complexo açúcar-borato (Malavolta, 1980; Marschner, 1995 e Malavolta et al., 1997)

Plantas deficientes em B apresentam mudanças fisiológicas e bioquímicas, alterações na estrutura da parede celular, alterações na integridade da membrana, mudanças na atividade enzimática e produção alterada de vários metabólicos. A carência de B é o único caso de deficiência de micronutrientes em batata para o qual houve comprovação experimental no Brasil e cuja correção resultou em aumento de produtividade, após rotação com arroz (Filgueira, 1993).

Alguns trabalhos têm mostrado o efeito do boro na alteração de compostos responsáveis pela qualidade da batata. Mondy & Munshi (1993), avaliando o seu efeito na descoloração enzimática e sobre os teores de fenólicos e do ácido ascórbico, constataram diminuição significativa dos teores de fenólicos e da descoloração enzimática e aumento significativo da concentração

de ácido ascórbico (vitamina C) pela aplicação de 3.36 kg ha^{-1} de boro. Roberts & Rhee (1990), em casa de vegetação, constataram aumento de matéria seca e de nutrientes, mas não encontraram efeito para a produção de tubérculos. Pregno & Armour (1992) avaliando doses de B (0; 2; 4 e 8 kg de B/ha), encontraram repostas positivas no aumento da produtividade e aumento de produção de tubérculos graúdos (> 80gramas) até a dose de 2,0 kg/ha.

Segundo Fontes (1997), o surgimento de rachaduras nos tubérculos pode ser atribuído a diferentes fatores endógenos ou do meio, dentre eles, a pressão interna do tubérculo e a infecção por vírus. Além disso, baixos teores de B parecem aumentar a incidência de rachaduras durante o crescimento dos tubérculos.

O efeito do boro na qualidade é amplamente conhecido nas espécies produtoras de grãos e nas espécies olerícolas, como crucíferas, alho, alface e hortaliças de modo geral. Na batata é pouco estudado, sendo raros os trabalhos enfocando o seu efeito na qualidade e interações com os teores de nutrientes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Ciências do solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA) no período de setembro a dezembro de 2002. Foram utilizados solos da região de Lavras, MG (Latosolo vermelho LV) e da região de Itumirim, MG (Cambissolo-CX). Os solos amostrados foram coletados na camada superficial (0-20 cm de profundidade) de áreas ainda não cultivadas, típicos da região de cerrados, por representarem a área de expansão da cultura da batata em Minas Gerais e foram colocados em vasos com capacidade de 10 dm^3 .³ Posteriormente, foram destorroados, secos ao ar, peneirados em peneira de 5mm, amostrados e

passados em peneira de 2mm (TFSA) para caracterização química e física (Tabela 1).

TABELA 1. Atributos químicos e físicos do solo Latossolo Vermelho (LV) oriundo da região de Lavras, MG e do solo Cambissolo(CX), de Itumirim, MG, utilizados no experimento. Lavras, MG, 2002¹.

Características		Solos	
Atributos	Unidades	Latossolo Vermelho	Cambissolo
pH (H ₂ O)	-	4,9	5,3
P	mg/dm ³	1,2	1,4
K	mg/dm ³	13	25
Na	mg/dm ³	0,0	1,8
Ca	cmol./dm ³	0,7	0,7
Mg	cmol./dm ³	0,2	0,2
Al	cmol./dm ³	0,9	0,5
H+Al	cmol./dm ³	7,0	2,3
SB	cmol./dm ³	0,9	1,0
T	cmol./dm ³	1,8	1,5
T	%	7,9	3,3
M	%	49	34
V	%	11,7	29,7
B	mg/dm ³	0,4	0,3
Cu	mg/dm ³	1,5	0,8
Mn	mg/dm ³	4,8	3,7
Zn	mg/dm ³	1,2	1,1
Fe	mg/dm ³	47,3	31,7
S	mg/dm ³	8,9	8,0
Mo	dag/kg	3,0	1,3
Areia	dag/kg	21	33
Silte	dag/kg	11	48
Argila	dag/kg	68	19
Retenção H ₂ O	15 Atm.	20,72	7,44
Retenção H ₂ O	0,33 Atm.	20,9	8,22

1/ Análises realizadas no Laboratório do Departamento de Ciências do solo (DCS), UFLA.

O delineamento experimental foi arranjado em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 4 x 2 com 3 repetições, sendo os fatores: quatro doses de B (0,0 ; 0,75 ; 1,50 e 3,0 mg dm⁻³) e duas cultivares de batata, Asterix e Monalisa, em dois tipos de solos; Latossolo Vermelho e Cambissolo.

Os solos receberam adubação básica de plantio e cobertura segundo Fontes (1997) e conforme Malavolta (1980) para adução em vasos: 3.800 mg de N; 3.500 mg de P; 4.000 mg de K ; 300 mg de Mg ; 15 mg de Cu ; 50 mg de Zn ; 1,0 mg de Mo; 3,0 g S adicionado pelo sulfato de amônio e sulfato de magnésio e as respectivas doses de boro.

As fontes utilizadas foram sais p.a.: (H_3BO_3) ; $NH_4H_2PO_4$; $(NH_4)_2SO_4$; $CuSO_4 \cdot 5H_2O$; $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$; $(NH_4)_6MO_7O_{24} \cdot 4H_2O$; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$; KCl ; $(NH_2)_2CO$ e H_3BO_3 .

As doses de N e K foram aplicadas 20% no plantio e 80% em cobertura aos 25, 35 e 45 dias após o plantio. Os nutrientes foram aplicados por via líquida, após homogeneização.

Foram utilizadas as cultivares de batata de origem holandesa, com características descritas segundo Netherlands Catalogue of Potato Varieties (2003):

'Asterix':

Características agronômicas: maturação moderadamente precoce a moderadamente tardia; tubérculos graúdos, oval-alongados, formato uniformes, pele vermelha, olhos rasos a bastante rasos e bastante resistente a manchas de chocolate; produção: alta com predominância de tubérculos graúdos; conteúdo de matéria seca: alto; qualidade para consumo: polpa razoavelmente firme, traços de escurecimento após o cozimento, adequada para o consumo fresco e na forma de chips; desenvolvimento da folhagem: bom; Doenças: bastante suscetível à requeima (*Phytophthora infestans*), moderadamente boa resistência para o vírus PLRV, suscetível ao vírus A, muito boa resistência ao vírus X, bastante suscetível ao vírus Yn, imune à sarna verrugosa e resistente ao patótipo A (=Ro1) do nematoide de cisto da batata, moderadamente boa resistência à sarna comum.

Características Morfológicas: plantas com porte alto, hastes eretas, vigor alto a

normal, pronunciada a moderada descoloração pela antocianina, folhas grandes a médias de cor verde-escuro para verde-folha, flores de numerosas a abundantes, de cor violeta a vermelha e moderada a pequena quantidade de frutos. Tubérculos ovais alongados, vermelhos, pele áspera a média aspereza, polpa amarelo claro e olhos rasos a bastantes rasos. Brotos de tamanho médio, cônicos, coloração vermelho a violeta, intensa a moderada, broto terminal grande a médio com fraca descoloração pela antocianina, poucas ramificações estoloníferas.

'Monalisa':

Características agronômicas: maturação precoce a moderadamente precoce; tubérculos graúdos, oval-alongados, formato uniformes, pele amarela, olhos rasos a bastante rasos e bastante resistente a manchas de chocolate; produção alta, com predominância de tubérculos graúdos; conteúdo de matéria seca: médio; qualidade para consumo: polpa firme a razoavelmente firme, traços de escurecimento após o cozimento, adequada para o consumo fresco. Desenvolvimento da folhagem bom a razoavelmente bom. Doenças: suscetível à requeima (*Phytophthora infestans*), muito boa resistência para o vírus PLRV, resistente ao vírus A, bastante suscetível ao vírus x, muito boa resistência ao vírus yn, imune à sarna verrugosa, suscetível á sarna comum.

Características morfológicas: plantas com porte alto, hastes prostadas a semi-eretas, vigor alto a normal, fraca a moderada descoloração pela antocianina, folhas grandes a médias de cor verde-escuro para verde-claro, flores numerosas a moderadas, de cor branca e muito pouco ou nada de frutos. Tubérculos ovais, amarelos, pele bastante lisa, polpa amarelo-claro e olhos rasos. Brotos de tamanho grande a médio, ovóides, coloração vermelho a violeta, intensa a fraca e forte pubescência. Broto terminal grande a médio, com fraca descoloração pela antocianina e poucas ramificações estoloníferas.

O plantio foi realizado com um tubérculo-semente de 50g em média de peso por vaso, preenchido com 2/3 da sua capacidade e o restante do solo

reservado para posterior operação de amontoa. A irrigação foi realizada com água deionizada, em volume calculado de acordo com a capacidade de retenção de água dos solos, através das curvas de capacidade de campo, em acordo com a época e idade da cultura. O peso dos vasos foi controlado semanalmente e a umidade mantida em torno de 60% do volume total de poros. Os demais tratamentos culturais e fitossanitários foram realizados de acordo com a necessidade e idade da planta.

Os tubérculos foram pesados e foram avaliadas a produção por vaso e a produção de matéria seca da parte aérea. Foram analisadas as principais características químicas responsáveis pela qualidade da batata, tais como: teor de matéria seca dos tubérculos (%), amido (%), açúcares redutores (%) e açúcares totais (%). A determinação da matéria seca (gr/vaso) foi feita gravimetricamente com secagem da amostra em estufa com aeração forçada e temperatura controlada a 65°C, por 48 horas, obtendo-se assim a pré-secagem do material para posterior secagem definitiva em estufa com temperatura controlada a 105°C até peso constante (Silva, 1990).

O teor de amido foi determinado pelo método de extração por hidrólise ácida, segundo a técnica da AOAC (1970) e identificado pelo método de Somogy e modificado por Nelson (1944). Os teores de açúcares redutores e açúcares totais foram determinados pelo método de extração de Lane Enyon, e citado por AOAC (1970), e sendo identificados pelo método redutométrico de Somogy-Nelson (Southgate, 1991).

Todas variáveis foram submetidas à análise de variância e estudos de regressão, sendo ajustadas às equações de regressão de primeiro e segundo graus.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Produção de tubérculos

As doses de boro influenciaram significativamente a produção de tubérculos em Latossolo Vermelho, assim como a interação doses e cultivares. Estabeleceram-se ajustes em modelos quadráticos. A 'Asterix,' na dose de 2,19 mg dm⁻³ de B propiciou a produção máxima estimada de 559,82 gramas de tubérculos/vaso, enquanto que a 'Monalisa' obteve 552,57 gramas de tubérculos/vaso na dose de 1,59 mg dm⁻³ de B (Figura 1).

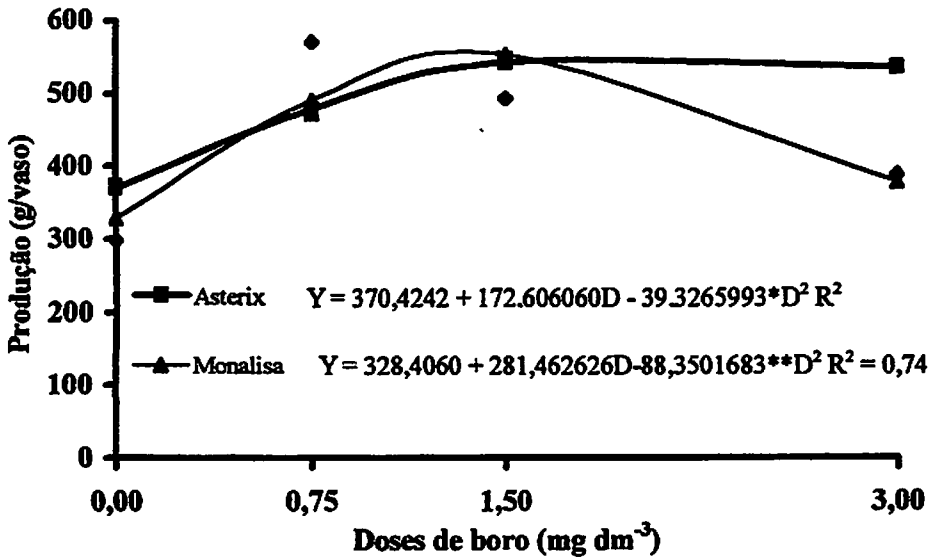


FIGURA 1. Produção de tubérculos de cultivares de batata, em função de doses de boro em solo Latossolo Vermelho. Lavras, MG, UFLA, 2002.

No Cambissolo, também verificaram-se efeitos significativos para a produção de tubérculos em relação às doses, bem como para a interação das doses e cultivares, com ajustes em modelos quadráticos. A 'Asterix' apresentou produção máxima estimada de 367,29 gramas/vaso, obtida com a dose de 2,22 mg dm⁻³ de B, enquanto que a Monalisa na dose de 1,62 mg dm⁻³ de B produziu 176,02 gramas/vaso (Figura 2).

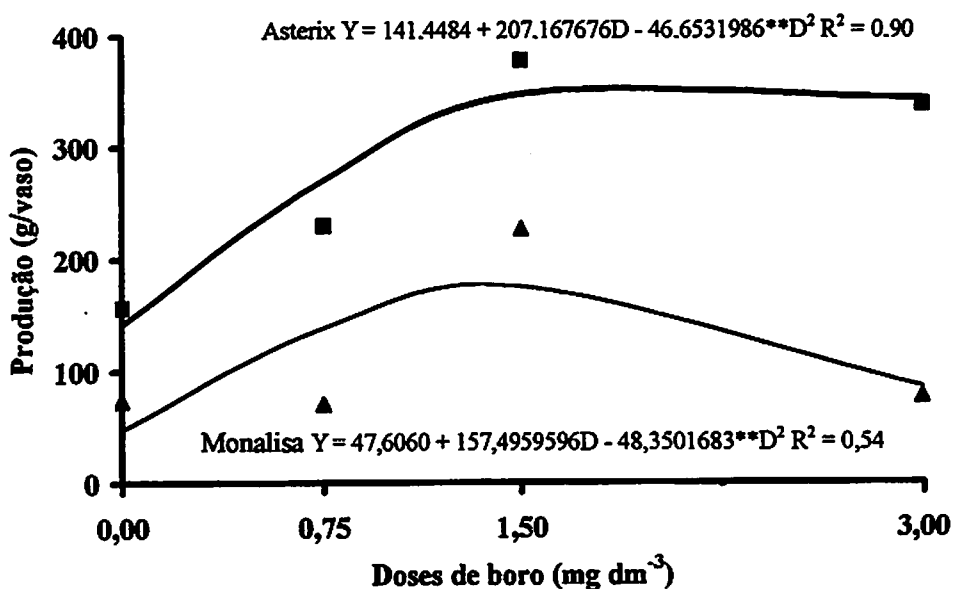


FIGURA 2. Produção de tubérculos de cultivares de batata em função de doses de boro em Cambissolo. Lavras, MG, UFLA, 2002.

A resposta ao aumento de produção era esperada, uma vez que os solos utilizados no experimento em relação à fertilidade natural apresentavam baixos a médios teores de B, conforme Vitor Alvarez, et al. (1999). Os mesmos autores citam, para vários tipos de solos e culturas, como níveis baixos aqueles menores

que 0,21, médios de 0,21 a 0,60 e altos, maiores que 0,6 mg/ de B dm.⁻³ Os teores de B no solo em estudo estavam abaixo da faixa considerada crítica por Lopes & Carvalho (1988), de 0,4 a 0,6 mg dm⁻³ extraído por água quente para o desenvolvimento de culturas em geral.

O Cambissolo apresentou um encrostamento nas camadas superficiais de aproximadamente 2cm, formando uma camada dura e impermeável, dificultando a infiltração de água, o desenvolvimento e a expansão dos tubérculos de batata afetando a produção. Segundo Almeida & Rezende (1985), estes solos são muito instáveis e apresentam facilidade de encrostamento provocada pelos elevados índices de silte, 48% no caso em questão.

Sacramento et al. (1979), avaliando quatro doses de bórax (0,0; 12,5; 25,0 e 37,5 kg/ha) em experimentos conduzidos em solos da Zona da Mata de Minas Gerais, obtiveram aumento de 35% na produção com a dose de 26 kg/ha de bórax (1,43 mg kg⁻¹ B). A existência de poucos trabalhos com B em batata deve-se, em grande parte, ao fato que os solos utilizados para a cultura anteriormente possuíam teores suficientes de B; a partir da sua migração para os solos de cerrados, foi evidenciada a necessidade de estudo e correção da fertilização. Pregno & Armour (1992), avaliando doses de B (0; 2; 4 e 8 kg de B/ha), constataram aumento da produtividade e aumento de produção do número de tubérculos graúdos (> 80gramas) até a dose de 2,0 kg/ha de B (27,27 t/ ha) e, na ausência de B, a produtividade foi reduzida para 19,7 t/ha.

3.2 Matéria seca da parte aérea

As doses de B influenciaram significativamente a produção de matéria seca da parte aérea, com interação doses e cultivares em Latossolo Vermelho. A equação linear representa o modelo de comportamento da 'Asterix' sob diferentes

doses de B. A 'Monalisa' obteve produção máxima estimada em 56,44 g de Ms/vaso, na dose de 0,98 mg dm⁻³ de B (Figura 3).

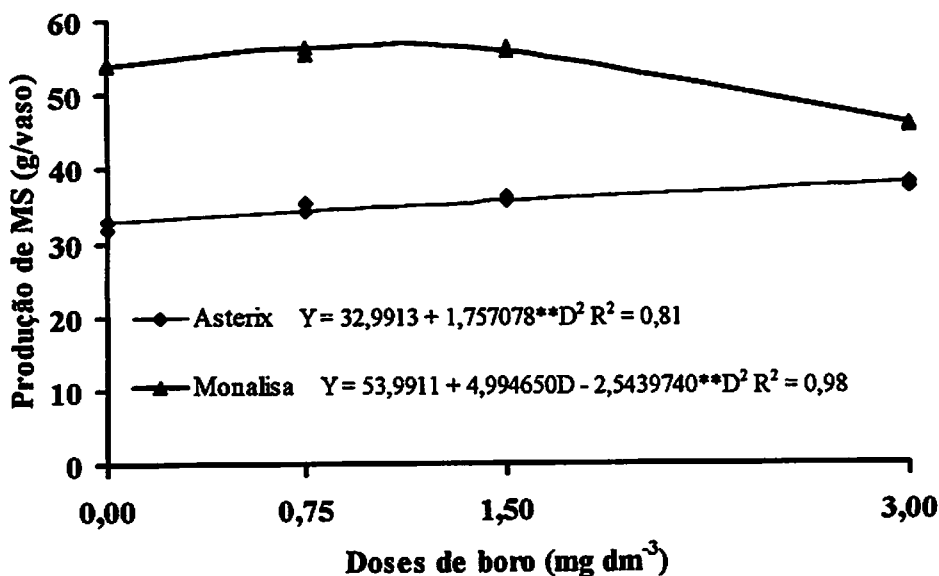


FIGURA 3. Produção de matéria seca da parte aérea de cultivares de batata, em função de doses de boro em Latossolo Vermelho. Lavras, MG, UFLA, 2002.

No Cambissolo, as doses de B também influenciaram a produção de Ms da parte aérea, com interação entre doses e cultivares. A 'Asterix' ajustou-se a um modelo quadrático, no qual a dose de 1,45 mg dm⁻³ de B propiciou a produção máxima de 44,766 g de Ms/vaso. A 'Monalisa' teve comportamento representado por um ajuste linear positivo em relação às doses aplicadas, ou seja, com o incremento das doses, verificou-se aumento da produção de Ms da parte aérea (Figura 4).

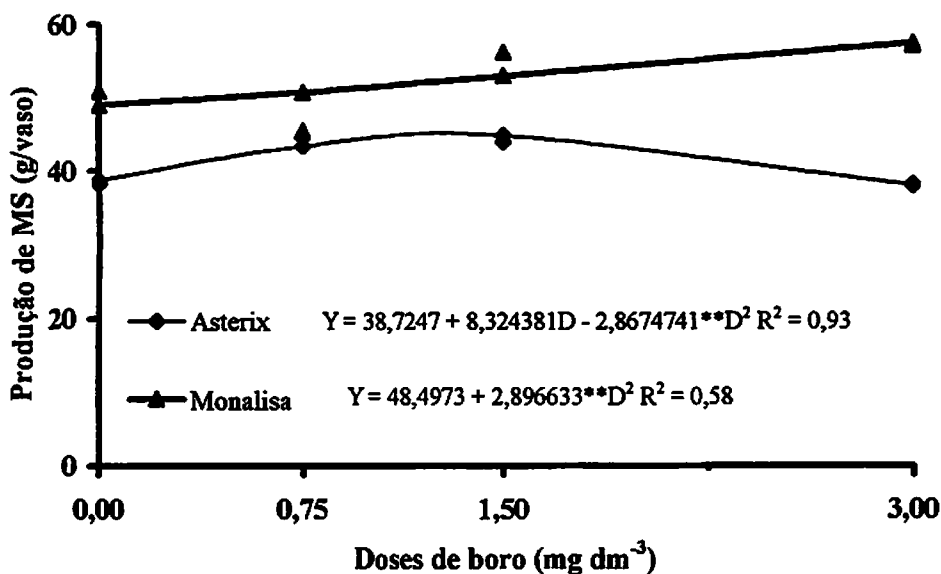


FIGURA 4. Produção de matéria seca da parte aérea de cultivares de batata, em função de doses de boro em Cambissolo. Lavras, MG, UFLA, 2002.

Avaliando seis doses de bórax (0,0; 5,0; 10; 20; 40 e 100 kg/ha), Mesquita Filho & Oliveira (1984), utilizando batatas da cultivar Aracy, em solo Gley Húmico, relatam produção de 19,12 g de Ms/vaso na parte aérea, com a dose de 40 kg/ha de bórax aos 70 dias após o plantio. Paula (1995), avaliando cinco doses de B (0,0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 mg dm⁻³) em solos hidromórficos e aluviais, obteve aumento da produção de matéria seca da parte aérea em arroz irrigado. Pregno & Armour (1992), avaliando deficiência e toxicidade do B em batata, em solo Oxisol e utilizando a cultivar Sebago, encontraram maiores respostas para doses até 2 kg/ha de B, sendo que, em doses maiores, houve redução da produtividade.

3.3 Matéria seca de tubérculos

Em Latossolo Vermelho, pelos resultados obtidos, evidenciaram-se efeitos significativos para as doses aplicadas, não ocorrendo efeito de interação com as cultivares. Ajustou-se um modelo quadrático, no qual o maior teor de Ms de tubérculos (15,75 %) foi obtido com a dose 1,49 mg dm⁻³ de B (Figura 5).

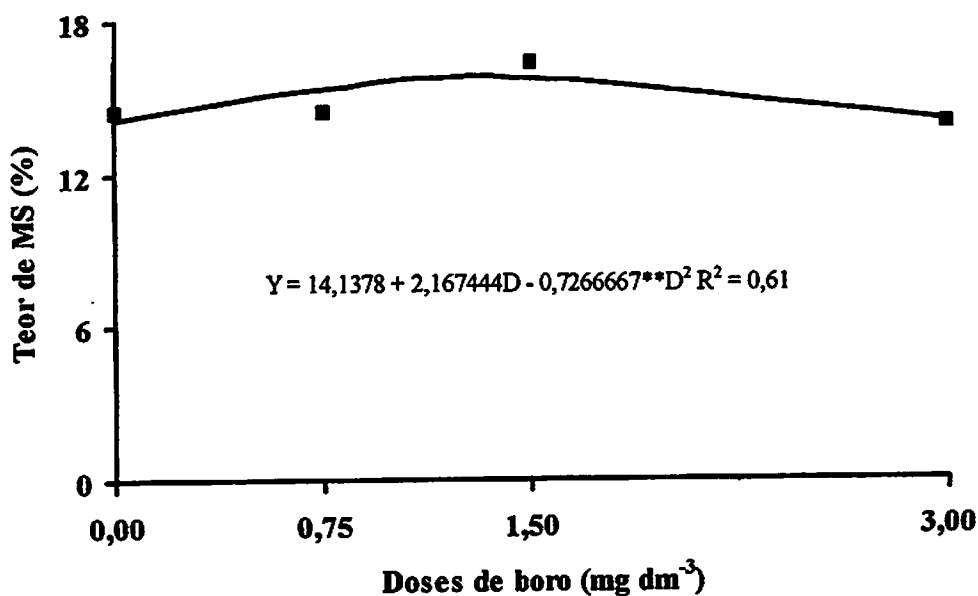


FIGURA 5. Teor de matéria seca de tubérculos de cultivares de batata, em função de doses de boro em Latossolo Vermelho. Lavras, MG, UFLA, 2002.

No Cambissolo, a análise estatística dos teores de Ms de tubérculos de batata também indicou efeitos significativos das doses de B sobre esta característica. Houve interação das doses de B com as cultivares, com efeito

significativo somente para a 'Monalisa', que é representada por um modelo linear positivo(Figura 6).

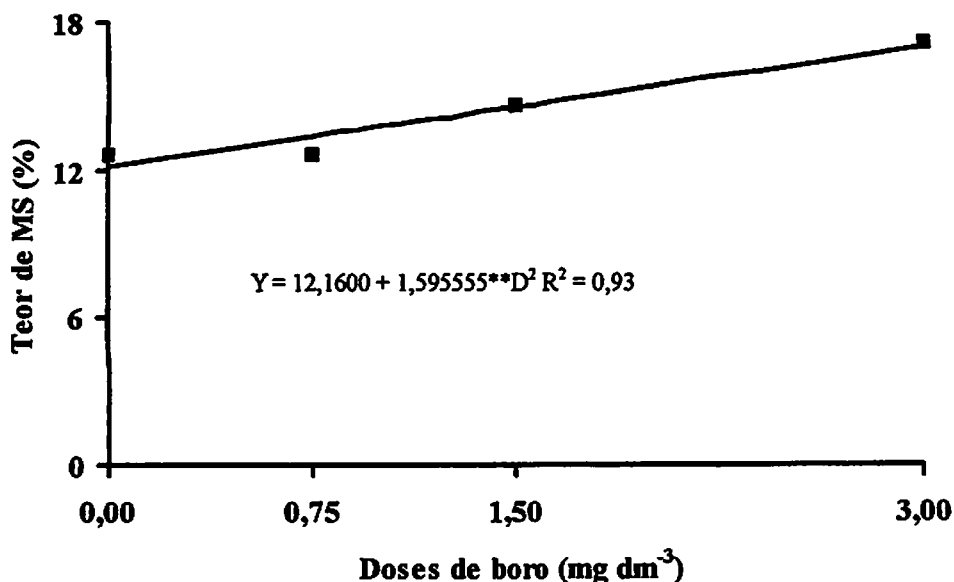


FIGURA 6 Teor de matéria seca de tubérculos da cultivar Monalisa, em função de doses de boro em Cambissolo. Lavras, MG, UFLA, 2002.

Em ambos os solos, os valores encontrados foram semelhantes àqueles encontrados por Coelho et al. (1998) que, analisando alterações químicas em tubérculos de batata armazenados em atmosfera modificada, em temperatura ambiente e em refrigeração, encontraram 16,43% de Ms para a cultivar Baraka, que apresenta teores de Ms semelhantes à 'Asterix' e 13,46% de Ms para a cultivar Achat que, por sua vez assemelha-se à cultivar Monalisa quanto aos teores de Ms de tubérculos. O maior desenvolvimento foliar, aliado às condições de alta temperatura no ambiente do experimento, pode ter alterado os teores de matéria seca dos tubérculos, principalmente da cultivar Asterix, que apresenta

como principal característica genética teores médios de matéria seca de tubérculos.

3.4 Amido

Em Latossolo Vermelho, verificaram-se efeitos significativos dos tratamentos sobre os teores de amido nos tubérculos, assim como da interação entre as doses de B e as cultivares. A 'Asterix' ajustou-se a um modelo quadrático, no qual, com a dose de 1,46 mg dm⁻³ de B, apresentou 8,92% de amido da matéria fresca enquanto a 'Monalisa,' também representada por um modelo quadrático, apresentou 8,07% de amido na matéria fresca, com a dose de 1,58 mg dm⁻³ de B (Figura 7).

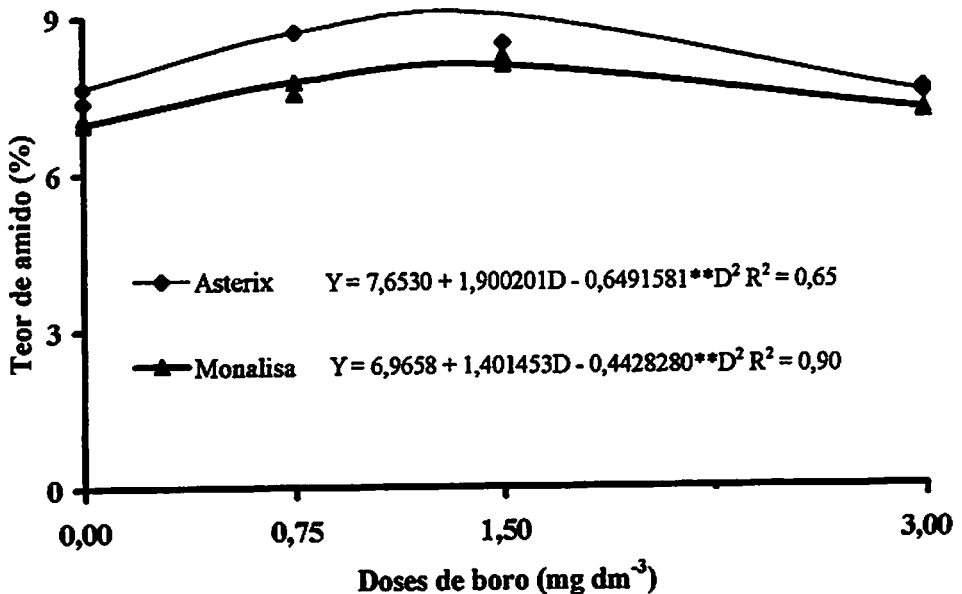


FIGURA 7. Teor de amido em tubérculos de cultivares de batata, em função de doses de boro em Latossolo Vermelho. Lavras, MG, UFLA, 2002.

No Cambissolo também evidenciaram-se efeitos significativos das doses de B sobre os teores de amido, bem como da interação das doses e cultivares. A 'Asterix' é representada por um modelo linear decrescente, ou seja, apresentando redução dos teores de amido na matéria fresca com o aumento das doses de B, enquanto a 'Monalisa' apresentou efeito quadrático, com ponto de máximo de 8,75% para a dose de 2,71 mg dm⁻³ de B (Figura 8).

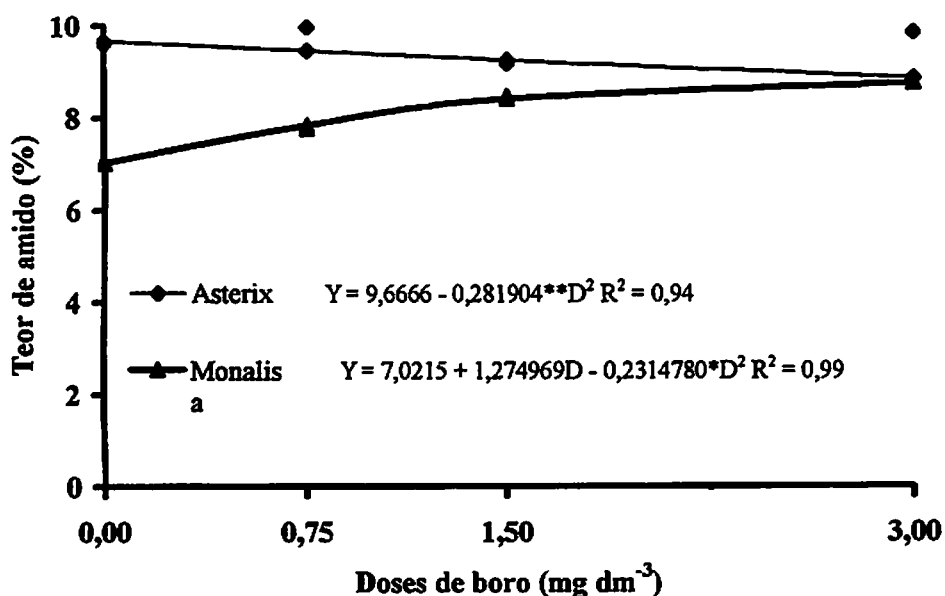


FIGURA 8. Teor de amido em tubérculos de cultivares de batata, em função de doses de boro em Cambissolo. Lavras, MG, UFLA, 2002.

Os teores de amido na matéria fresca de tubérculos de batata podem variar de 9% a 18% apresentando média entre 12% a 13% (Borgstrom, 1976). Os valores encontrados em ambos os solos foram menores que aqueles relatados pelo autor; entretanto, foram semelhantes aos encontrados por Coelho (1998)

que avaliando as cultivares de batata Baraka e Achat, encontrou 10,24% para a 'Baraka' e 8,33% para a 'Achat'.

Segundo Fontes (1997), o teor de amido, a matéria seca de tubérculos e a gravidade específica são diretamente correlacionados com os teores de nutrientes presentes no solo, podendo o P aumentar e N e K diminuir estes teores. O uso excessivo de N também estimula o desenvolvimento da parte aérea, causando redução da matéria seca dos tubérculos (Westermann et al., 1994a,b). O K também tem o mesmo efeito do N, já que aumenta a absorção de água, causando diminuição dos teores de matéria seca e amido nos tubérculos (Westermann et al., 1994ab ; Reis Júnior & Fontes, 1996). Entretanto, nas condições de cultivo em casa de vegetação, o maior desenvolvimento foliar, aliado às condições de alta temperatura no ambiente do experimento, pode ter reduzido os teores de amido e os teores de matéria seca. O estresse térmico diminui os fotoassimilados disponíveis no desenvolvimento da planta e também sua partição nos tubérculos (Burton,1981; Prange et al., 1990; Van Dam Kooman & Struik, 1996). Além da redução do rendimento e redução da matéria seca dos tubérculos, também reduzem a translocação destes fotoassimilados para os tubérculos (Hughes,1974; Marinus & Bodlander,1975).

3.5 Açúcares redutores

Pelos resultados obtidos em Latossolo Vermelho, verificou-se efeitos significativos das doses de B sobre os teores de açúcares redutores nos tubérculos, assim como interação entre doses e cultivares. Tanto a 'Asterix' como a 'Monalisa' foram ajustadas a um modelo linear decrescente, ou seja, verificou-se redução dos teores de açúcares redutores nos tubérculos com o aumento das doses de B (Figura 9).

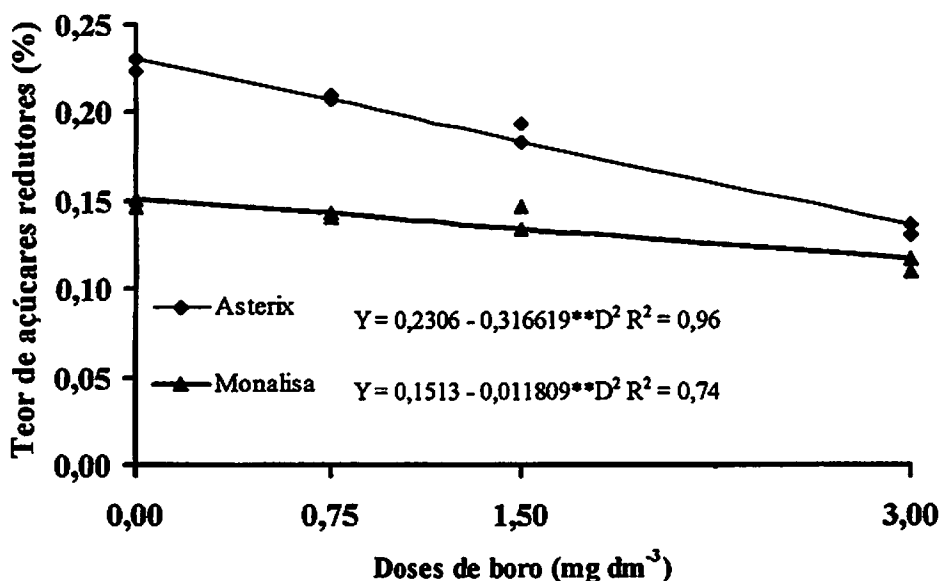


FIGURA 9. Teor de açúcares redutores em tubérculos de cultivares de batata, em função de doses de boro em Latossolo Vermelho. Lavras, MG, UFLA, 2002.

Em Cambissolo as doses de B influenciaram significativamente os teores de açúcares redutores, e houve interação entre doses e cultivares. A 'Asterix' ajustou-se a um modelo quadrático, sendo, na dose 2,32 mg dm⁻³ apresentado teor mínimo de 0,17%. A 'Monalisa,' também representada por um modelo quadrático, na dose 1,18 mg dm⁻³, atingiu o teor máximo de 0,24% (Figura 10).

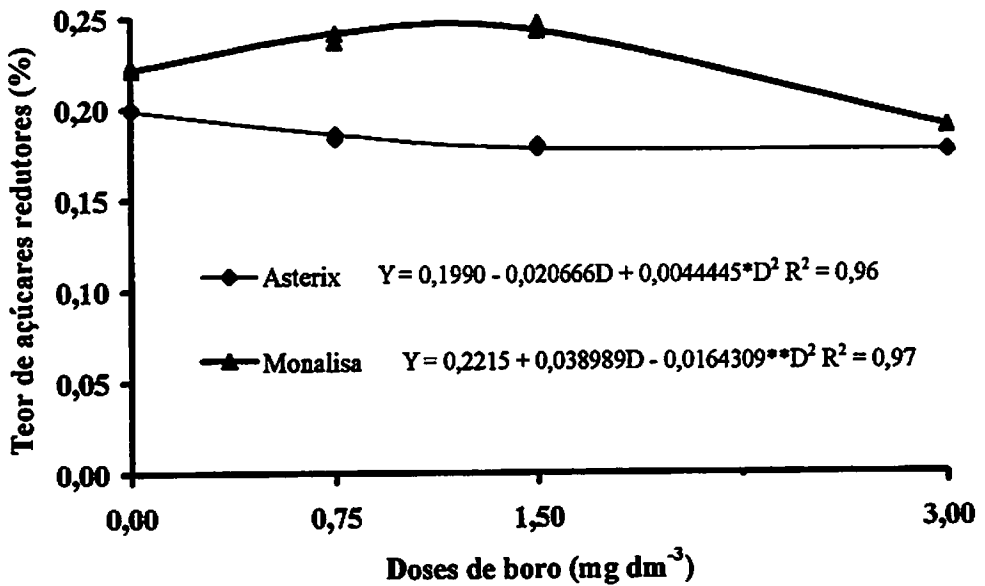


FIGURA 10. Teor de açúcares redutores em tubérculos de cultivares de batata, em função de doses de boro em Cambissolo. Lavras, MG, UFLA, 2002.

Segundo Carvalho et al. (1977), o teor de açúcares redutores adequado para proporcionar a cor ideal das “fritas” à francesa deve ser inferior a 0,30% do peso da matéria fresca. No entanto, Nelson et al. (1998) citam 0,20%, como sendo os níveis ideais de açúcares redutores do peso fresco do tubérculo. Os teores encontrados de açúcares redutores para a 'Monalisa' e a 'Asterix' são considerados adequados segundo Carvalho et al. (1997) e são semelhantes àqueles encontrados por Coelho (1998), de 0,165% para a 'Achat' e 0,160% para a 'Baraka'. Os teores de açúcares redutores encontrados foram menores que aqueles encontrados por Pereira & Campos (1999) em trabalho de melhoramento genético de batata. Esses autores, avaliando níveis de açúcares redutores em genótipos de batata encontraram valores variando de 0,21% a 1,71% nos clones e de 0,34% a 0,31% nas cultivares Bintje e 'Atlantic', respectivamente. Essas

cultivares foram tomadas como padrão por serem as mais utilizadas atualmente para fins industriais no Brasil.

3.6 Açúcares totais

No Latossolo Vermelho, os teores de açúcares redutores em tubérculos tiveram influência significativa em relação às doses de boro, bem como da interação das doses e cultivares. Estabeleceram-se modelos lineares negativos para a 'Asterix' e a 'Monalisa', ou seja, com o aumento das doses de boro, verificou-se redução nos teores de açúcares totais em tubérculos (Figura, 11).

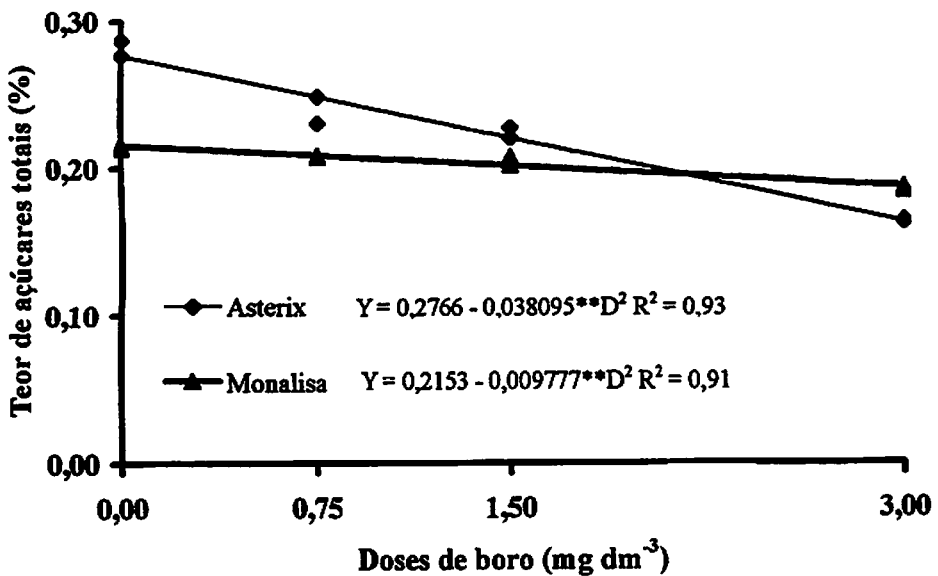
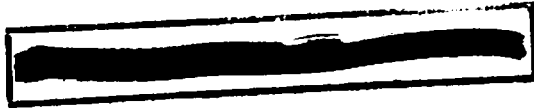


FIGURA 11. Teor de açúcares totais em tubérculos de cultivares de batata, em função doses de boro em Latossolo Vermelho. Lavras, MG, UFLA, 2002.



Em Cambissolo, as doses de boro também influenciaram os teores de açúcares totais em tubérculos, e houve interação entre doses e cultivares. A 'Asterix' ajustou-se a um modelo linear positivo, ou seja, houve aumento dos teores de açúcares totais com o aumento das doses de boro, enquanto que a 'Monalisa' apresentou um comportamento quadrático com ponto de teor máximo (0,296%) na dose 1,44 mg dm⁻³ de B (Figura, 12).

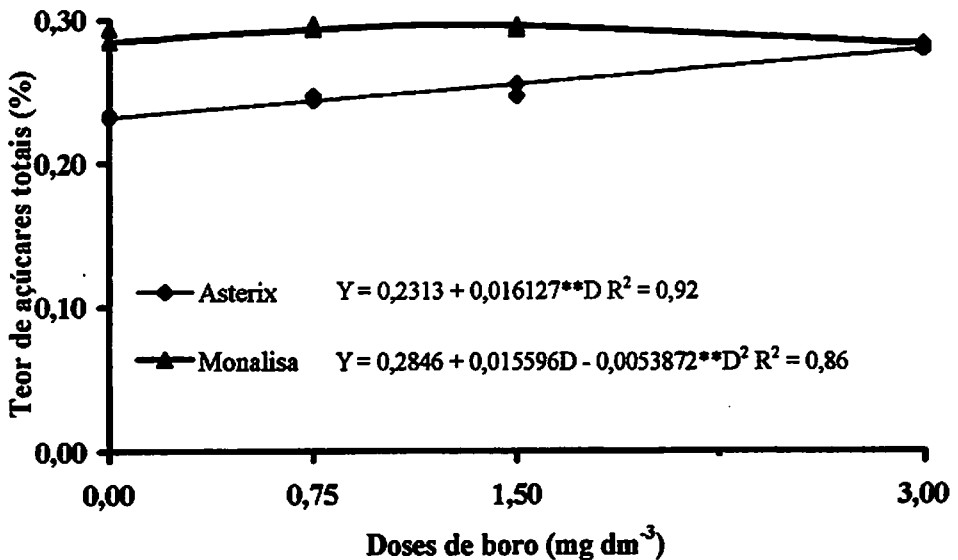


FIGURA 12. Teor de açúcares totais em tubérculos de cultivares de batata, em função de doses de boro em Cambissolo. Lavras, MG, UFLA, 2002.

Houve um comportamento diferenciado nos dois solos estudados, embora os valores encontrados em ambos os solos tenham sido semelhantes àqueles encontrados por Coelho (1998), que avaliando teores de açúcares totais em batata, encontrou 0,23% para a cultivar Baraka e 0,29% para a 'Achat'.

4 CONCLUSÕES

Como os solos utilizados apresentavam teor baixo a médio de boro, houve resposta das cultivares à aplicação deste nutriente, tanto na produção de matéria seca como de tubérculos, sendo que no Latossolo Vermelho a produção máxima estimada de tubérculos foi semelhante nas duas cultivares. Entretanto, para a 'Monalisa' a exigência em boro para produção máxima foi menor que para a 'Asterix'.

No Cambissolo, a produção foi mais baixa, provavelmente devido ao alto teor de silte do solo, que dificultou a formação dos tubérculos. A cultivar Asterix foi 108% mais produtiva e 37% mais exigente em boro, quando comparada à 'Monalisa'.

Em Latossolo Vermelho, as cultivares apresentaram teores máximos de amido semelhantes na matéria fresca. Contudo, a 'Asterix' apresentou 10% a mais de amido, com $0,12 \text{ mg dm}^{-3}$ de boro a menos na adubação, evidenciando maior conversão de nutrientes em fotoassimilados. No Cambissolo o comportamento da 'Asterix' foi diferente, apresentando um decréscimo com o aumento das doses de boro, o que pode ter ocorrido pelas características do solo.

Os teores de açúcares redutores reduziram-se com o incremento das doses de B, nas duas cultivares em Latossolo Vermelho. No Cambissolo a 'Monalisa' apresentou ponto de máximo teor e a 'Asterix' apresentou teor mínimo, que pode ser devido às características do solo.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J. R.; REZENDE, M. Considerações sobre o manejo de solos rasos desenvolvidos de rochas pelíticas no Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11 n. 128 p. 19-26, ago. 1985.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 11ed. Washington: AOAC, 1970. 1015 p.
- BORGSTTRON, G. **Principles of food science**. 2. ed. Wesport, Connecticut: Food Nutrition Press, 1976. v. 1, 397 p.
- BURTON, W. G. Challenges for stress physiology in potato. **American Potato Journal**, Orono, v. 58, n. 1, p. 3-14, Jan. 1981.
- CARVALHO, R.; TRAVAGLINI, D. A.; MATSURA, P. T.; CABRAL, A. C. D.; MORI, E. E. M. Comportamento das variedades Bintje e Radosa na obtenção de flocos de batatinha e fritas do tipo "chips". **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 54, p. 135-152, nov./dez. 1977
- COELHO, A. H. R. Alterações químicas e qualidade de fritura de duas cultivares de batata (*Solanum tuberosum L.*) armazenadas em atmosfera modificada em temperatura ambiente e sob refrigeração. 1998. 145 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- COELHO, A. H. R.; VILELA, E. R. ; CHAGAS, S. J. R. de. Qualidade de batata (*Solanum tuberosum L.*) para fritura, em função dos níveis de açúcares redutores e de amido, durante o armazenamento refrigerado e à temperatura ambiente com atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 4. p. 899-910, out./dez. 1999.
- FILGUEIRA, F. A. R. Nutrição mineral e adubação em bataticultura, no centro sul. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D. E PESSOA DA CRUZ, M. C. (Ed.). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFÓS, 1993. p. 402-428.
- FONTES, P. C. R. **Preparo do solo nutrição mineral e adubação da batateira**. Viçosa: UFV, 1997. 42 p. (cadernos didáticos,3).
- HUGHES, J. C. Factors influencing the quality of ware potatoes. **Environmental factors. Potato Research**, Wageningen, v. 17, n. 31, p. 512-547, 1974.

LOPES, A. S.; CARVALHO, J. G. de. Micronutrientes: critérios de diagnose para solo e planta, correção de deficiências e excessos. In: BORKER, C. M.; LATMANN, A. (Ed.). **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO/IAPAR/SBCS, 1988. p. 133-178.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Geres, 1980. 215 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 210 p.

MARINUS, J.; BLODAENDER, K. B. A. Response of some potato varieties to temperature. **Potato Research**, Wageningen, v. 18, p. 189 -201, 1975.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

MESQUITA FILHO, M. V. de ; OLIVEIRA, S. A. de. Influência do boro na produção de matéria seca da batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 2, n. 2, p. 9-11, nov. 1984.

MONDY, N. I.; MUNHI, C. B. Effect of boron on enzymatic discoloration and phenolic and ascorbic acid content of potatoes. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, Washington, v. 41, n. 4, p. 554-556, Apr. 1993.

NELSON, D. G.; JENKINS, P. D.; GILLISON, T. C. Processing potencial of potato cultivars at early harvests. **Potato Research**, Wageningen, v. 31, n. 4, p. 633-642, Dec. 1998.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogy method for determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 153, p. 375-390, 1944.

NETHERLANDS CATALOGUE OF POTATO VARIETIES. NIVAA, Haia, Wageningen, Holland, 2003.

PAIVA, E. A S.; CASALI, V. W. D.; SILVA, E. A. M.; MARTINEZ, H. E. P.; CECON, P. R.; FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G. Qualidade de tubérculos de batata em função de doses de cálcio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 53-57, maio 1997.

PAULA, M. B. de. **Influência de extratores e níveis de críticos boro disponível em amostras de solos Aluviais e Hidromórficos sob a cultura do arroz inundado.** 1995. 65 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PEREIRA, A. S.; CAMPOS, A. **Teor de Açúcar em genótipos de batata (*Solanum tuberosum* L.).** *Ciência Rural*, v. 29, n. 1, 1999.

PRANGE, R. K.; MCRAE, K. B.; MIDMORE, D. J.; DENG, R. **Reduction in potato growth at high temperature: role of photosynthesis and dark respiration.** *American Potato Journal*, Orono, v. 67, n. 6, p. 357-369, June 1990.

PREGNO, L. M.; ARMOUR, J. D. **Boron deficiency and toxicity in potato cv. Sebago on na oxisol of the Atherton Tablelands, North Queensland.** *Australian Journal of Experimental Agriculture*, Collingwood, v. 32, n. 2, p. 251-253, Sept. 1992.

REIS JÚNIOR, R.; FONTES, P. C. R. **Qualidade de tubérculos de batata cv. Baraka em função de doses da adubação potássica.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 14, n. 2, p. 170-174, nov. 1996.

ROBERTS, S.; RHEE, J. K. **Boron utilization by potato in nutrient cultures and in field plantings.** *Communications in Soil Science in Plant Analysis*, New York, v. 21, n. 11/12, p. 921-932, 1990.

SACRAMENTO, C. K.; MONNERAT, P. H.; MIZUBUTI, A. CAMPOS, J. P.; CARDOSO, A. A.; COELHO, J. P. **Respostas de cultivares de batata *Solanum tuberosum* L. à adubação com bórax.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 19., 1979, Florianópolis, SC. Florianópolis: Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária, 1979. v. 2, p. 226-227.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos).** 2. ed. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 1990. 165 p.

SOUTHGATE, D. A. T. **Determination of foods carbohydrates.** London: Elsevier Applied Science, 1991. 232 p.

VAN DAM, J.; KOOMAN, P. L.; STRUIK, P. C. **Effects of temperature and photoperiod on an early growth and final number of tuber in potato (*Solanum tuberosum* L.).** *Potato Research*, Wageningen, v. 39, n. 1, p. 51-62, 1996.

VITOR ALVAREZ, V. H.; NOVAIS, R. F. de; BARROS, N. F. de.;
CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises
de solos. IN: COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE MG.
Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª
Aproximação. Lavras, MG: CFSEMG, 1999. p. 25-32.

WESTERMANN, D. T.; TINDALL, T. A.; JAMES, D. W.; HURST, R. L.
Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: sugars and starch. **American**
Potato Journal, Orono v. 71, n. 7, p. 433-454, July 1994a.

WESTERMANN, D. T.; TINDALL, T. A.; JAMES, D. W.; HURST, R. L.
Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: yield and specific gravity.
American Potato Journal, Orono, v. 71, n. 7, p. 417-432, July 1994b.

CAPÍTULO 3
TEORES DE NUTRIENTES DA PARTE AÉREA DA BATATEIRA
(*Solanum tuberosum* L.) EM RESPOSTA AO BORO

RESUMO

MESQUITA, Hugo Adelante de. Teores de nutrientes da parte aérea da batateira (*Solanum tuberosum* L.), em resposta ao boro. 2004. Cap.3, 38p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Este estudo foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Ciências do solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no período de setembro a dezembro de 2002, com o objetivo de avaliar as alterações nos teores de nutrientes da parte aérea da batateira, em função de doses de boro. O delineamento experimental foi arranjado em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 4 x 2, sendo os fatores: quatro doses de B (0,0 ; 0,75 ; 1,50 ; 3,0 mg dm⁻³) e duas cultivares de batata Asterix e Monalisa com três repetições utilizando-se dois solos: Latossolo Vermelho e Cambissolo. Foram avaliados os teores de nutrientes nas folhas e na parte aérea. O incremento das doses de B aumentou a concentração de P nas folhas da cultivar Monalisa, do K na 'Asterix' no Latossolo Vermelho. Houve redução da concentração de Ca nas folhas na 'Monalisa' e do S nas duas cultivares em ambos os solos. Houve aumento da concentração de B na parte aérea nas cultivares nos dois solos estudados, e redução dos teores de Cu, Fe, Mn e Zn variando em função dos solos e cultivares estudadas. Os teores encontrados apresentaram diferenças de pequena magnitude do ponto de vista da nutrição de plantas, mantendo-se dentro da faixa adequada de exigência da cultura. A quantidade de boro acumulado aumentou significativamente nas folhas e em toda parte aérea sendo maior nas cultivares sob Cambissolo, o que pode ter ocorrido pelas características deste solo.

*Comitê Orientador: Marco Antônio R. Alvarenga - UFLA (Orientador), Janice Guedes de Carvalho - UFLA (Co-orientadora), Miralda Bueno de Paula - EPAMIG (Co-orientadora).

ABSTRACT

MESQUITA, Hugo Adelande de. A nutrient content of potato (*Solanum tuberosum* L) shoots in response of boron. Chap.3, 38p. Thesis (Doctorate in Plant Science) – Lavras Federal University, Lavras, MG.*

The studies were conducted at Lavras Federal University in the Soil Science Department greenhouse from September to December 2002 period, in two-soil type to evaluate nutrient content of potato (*Solanum tuberosum* L) shoots in response of boron. The experimental design was a randomized blocks in a 4 x 2 factorial arrangement with three replicates, using four B doses (0.0, 0.75; 1.50 and 3.0 mg dm⁻³) and two potato cultivars (Asterix and Monalisa) as factors. Two-soil types were used, Red Latosol and Cambisol. Increasing boron doses there was an increasing in P at Monalisa leaves and K at Asterix cultivar in Red Latosol and there was Ca content reduction at Monalisa leaves and S in both cultivar at two soil types. There was also, an increasing in boron content in aerial plant part in both cultivars and soil types. A reduced Cu, Fe and Mn concentration occurred in the leaves varying according to soil and cultivars. There were small differences in values from standpoint of plant nutrition, keeping in adequate requiring strip for the crop. The B accumulated increased significantly in leaves and aerial part being greater on cultivars on Cambisol, due to this soil type characteristic.

*Guidance Committee: Marco Antônio R. Alvarenga -UFLA (Major Professor), Janice Guedes de Carvalho - UFLA, Miralda Bueno de Paula - EPAMIG.

1 INTRODUÇÃO

Deficiências de boro são muito comuns na agricultura brasileira. No entanto, existem ainda lacunas entre as espécies e cultivares quanto à exigência deste nutriente. Juntamente com o Zn, o B é o micronutriente que mais tem causado problemas de deficiência no Brasil.

As plantas com nutrição equilibrada apresentam maior resistência ao ataque de doenças e pragas, como resultado de barreiras bioquímicas ou morfológicas (Marschner, 1995). Malavolta et al. (1997), citando algumas deficiências que aumentam a incidência ou o dano causado por pragas e moléstias, referem-se ao B e K como os nutrientes mais relacionados à ocorrência de doenças e pragas em plantas, sendo aqueles que mais favorecem o decréscimo da severidade das doenças. Filgueira (2000) relata que as deficiências de B para as brássicas têm sido um fator limitante da produção em numerosos solos brasileiros.

Os sintomas de deficiência de boro na batateira se manifestam na parte aérea, como enrolamentos foliares, semelhantes àqueles provocados por vírus, clorose generalizada, achatamento dos pecíolos e falta de crescimento da gema apical (Malavolta, 1980). Segundo Jones Jr. et al. (1991), os valores de suficiência para os teores de boro na matéria seca da folha mais recentemente desenvolvida da batateira, com 30 cm de altura, são considerados baixos de 18 a 24; suficientes de 25 a 50 e altos, maior que 50 mg kg⁻¹. Plantas deficientes em B apresentam mudanças fisiológicas e bioquímicas, alterações na estrutura da parede celular, alterações na integridade da membrana, mudanças na atividade enzimática e produção alterada de vários metabólicos.

Roberts & Rhee (1990), avaliando doses de boro na batateira, em casa de vegetação, constataram aumento na produção de matéria seca e de nutrientes da parte aérea, com aumento de níveis de B. Mackay et al. (1962), encontraram

aumento do B nos teores foliares, mas não encontraram correlação com o aumento na produção. Pregno & Armour (1992), também avaliando doses de boro na batateira, relatam maior produtividade em doses até 2 kg/ha de B e teores foliares até que 39 mg kg⁻¹.

Embora a importância do boro na qualidade seja amplamente conhecida, nas espécies produtoras de grãos e nas espécies olerícolas, como crucíferas, alho, alface e hortaliças de modo geral, na batata é muito pouco estudado, sendo raros os trabalhos enfocando o seu efeito e interações com os teores de nutrientes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação, no Departamento de Ciências do solo da Universidade Federal de Lavras-(UFLA), no período de setembro a dezembro de 2002, em vasos plásticos com capacidade para 10 dm³.

O delineamento experimental foi arranjado em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 4 x 2 com 3 repetições, sendo os fatores: quatro doses de B (0,0 ; 0,75 ; 1,50 e 3,0 mg dm⁻³) e duas cultivares de batata, Asterix e Monalisa realizado em dois tipos de solos: Latossolo Vermelho e Cambissolo. Foram avaliados os teores de nutrientes nas folhas e da parte aérea.

O plantio realizado com um tubérculo-semente de 50g em média de peso por vaso, que foi preenchido com solo até 2/3 da sua capacidade e o restante do solo reservado para posterior operação de amontoa. A irrigação foi realizada com água deionizada, em volume de acordo com a capacidade de retenção de água dos solos, por meio das curvas de capacidade de campo, em acordo com a época e idade da cultura; o peso dos vasos foi controlado semanalmente e umidade mantida em torno de 60% do volume total de poros. Os demais tratos

culturais e fitossanitários foram realizados de acordo com a necessidade e a idade da planta.

↳ [A amostragem foliar para análise de macro e micronutrientes foi realizada na quarta folha mais desenvolvida na época da amontoa, tendo sido coletadas de 30 folhas completas segundo Martinez, et al. (1999). ^{Bor e K} Para a análise de toda a parte aérea das plantas (hastes e folhas), foi colhido material ainda verde após a maturidade dos tubérculos. Após limpeza e lavagem em água destilada, todo o material foi seco em estufa de circulação forçada de ar, a temperatura 65°C a 70°C, até peso constante, obtendo-se o peso em matéria seca. Todo material foi moído em moinho tipo Willey em peneira de aço inoxidável armazenado e, posteriormente, submetido a análises químicas para a determinação dos teores de macro e micronutrientes.]

Realizou-se análise química de matéria seca das folhas e determinação dos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn. No extrato nítrico-perclórico, os teores de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica, o K por fotometria de chama, o P por colorimetria, o S por turbidimetria. O N foi dosado pelo método Microkjeldahl. Para determinação do B, as amostras foram submetidas à digestão por via seca em forno a 500°C e posterior determinação colorimétrica pelo método da curcumina (Malavolta et al., 1997).

O acúmulo de boro na folha e na planta foi obtido multiplicando-se o teor de boro da amostra pela produção de massa seca por planta (teor mg/kg x matéria seca gramas/kg).

Os teores de nutrientes obtidos foram submetidos à análise de variância e estudos de regressão, ajustadas as equações de regressão de primeiro e segundo grau.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Teores de macronutrientes nas folhas e na parte aérea

3.1.1 Nitrogênio

Não se observaram efeitos significativos dos tratamentos para o teor de nitrogênio nas folhas, tanto no Latossolo Vermelho como no Cambissolo. No Latossolo Vermelho, o teor médio foi 5,49 dag/kg e, no Cambissolo, de 6,11dag/kg. Segundo Martinez et al. (1999) os valores para o N na batateira, podem apresentar, como valores de referência para análise de tecidos, de 4,5 a 6,0 dag/kg. Os valores encontrados no presente trabalho estão dentro da faixa de suficiência sugerida.

A análise estatística para os teores de N da parte aérea, assim como nas folhas não evidenciou efeitos significativos dos tratamentos em ambos os solos trabalhados. Em Latossolo Vermelho, o valor médio foi 3,42 dag/kg e, para o Cambissolo, 3,65 dag/kg. Os teores médios encontrados para o Latossolo Vermelho e Cambissolo, respectivamente, estão dentro da faixa de normalidade sugerida por Walworth & Muniz (1993), que citam 3,50% como suficiente, e também de acordo com Paula et al. (1986), que encontraram 3,16% de N na parte aérea da batateira.

3.1.2 Fósforo

Os resultados da análise estatística evidenciaram efeitos significativos para as doses de boro sobre os teores de P nas folhas, assim como da interação entre doses e cultivares, com resposta somente para a cultivar Monalisa, que é

representada por um modelo linear positivo, ou seja, aumento dos teores de P com o aumento das doses de boro (Figura 13). Em Cambissolo, houve efeito significativo dos tratamentos sobre os teores de P somente para as cultivares. A cultivar Asterix apresentou teores médios de 0,63 dag/kg, enquanto a 'Monalisa' apresentou 0,47 dag/kg.

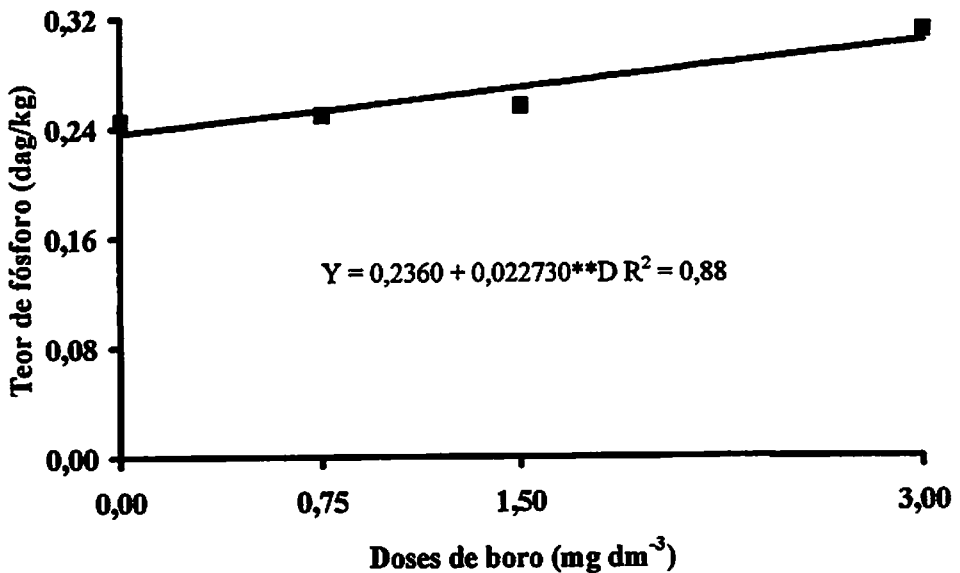


FIGURA 13. Teor de fósforo nas folhas da cultivar de batata Monalisa, em função de doses de boro em Latossolo Vermelho. Lavras, MG, UFLA, 2002.

Os teores médios encontrados, 0,63 e 0,47 dag/kg para as cultivares Asterix e Monalisa, respectivamente, em Cambissolo, podem ser considerados normais segundo Martinez et al. (1999). Estes autores citam a faixa de 0,29 e 0,50 dag/kg como valores de referência para o teor de P na folha da batateira. Para Jones Jr. et al. (1991), a faixa de suficiência de P é baixa de 0,22 a 0,28

dag/kg; suficiente de 0,29 a 0,50 e alta quando maior que 0,60 dag/kg. Os teores encontrados estão de acordo com Paula et al. (1986) que, avaliando teores de nutrientes e matéria seca em cultivares de batata, encontraram 0,37% de P; também estão coerentes aos teores encontrados por Nogueira et al. (1996) que, avaliando doses de potássio e gesso utilizando a cultivar Monalisa, encontraram 0,45% de P nas folhas.

Não se observaram efeitos significativos dos tratamentos sobre o teor de fósforo na parte aérea, em ambos os solos estudados. No Latossolo Vermelho, os teores médios encontrados foram 0,27 e 0,19 dag/kg para a 'Monalisa' e a 'Asterix' respectivamente. No Cambissolo, os teores médios das cultivares foram 0,49 e 0,48 dag/kg para a 'Monalisa' e a 'Asterix' respectivamente. Os teores médios encontrados para as cultivares Monalisa e Asterix, tanto em Latossolo Vermelho como em Cambissolo, estão dentro da faixa de suficiência de 0,22 a 0,55 dag/kg proposta por Walworth & Muniz (1993).

3.1.3 Potássio

A análise estatística para os teores de potássio nas folhas em Latossolo Vermelho evidenciou efeitos significativos dos tratamentos sobre os teores de potássio nas folhas, assim como da interação das doses e cultivares. A cultivar Asterix apresentou comportamento quadrático com ponto de máximo de 3,40 dag/kg com a dose 1,97 mg dm⁻³ de B, enquanto que a cultivar Monalisa teve comportamento linear negativo, ou seja, redução dos teores foliares de K em relação ao aumento das doses de B (Figura 14).

Em Cambissolo, não foram observados efeitos significativos dos tratamentos sobre os teores de potássio nas folhas.

Os teores encontrados são considerados abaixo dos valores de referência, segundo Jones Jr. et al. (1991), de 9,3% a 11,50% e Walworth e

Muniz, (1993), de 5,0%; e são menores que àqueles encontrados por Paula et al. (1986), de 6,60% de potássio nas folhas de cultivares de batata. Embora os teores tenham sido baixos, não foram observados sintomas de deficiência visíveis nas plantas.

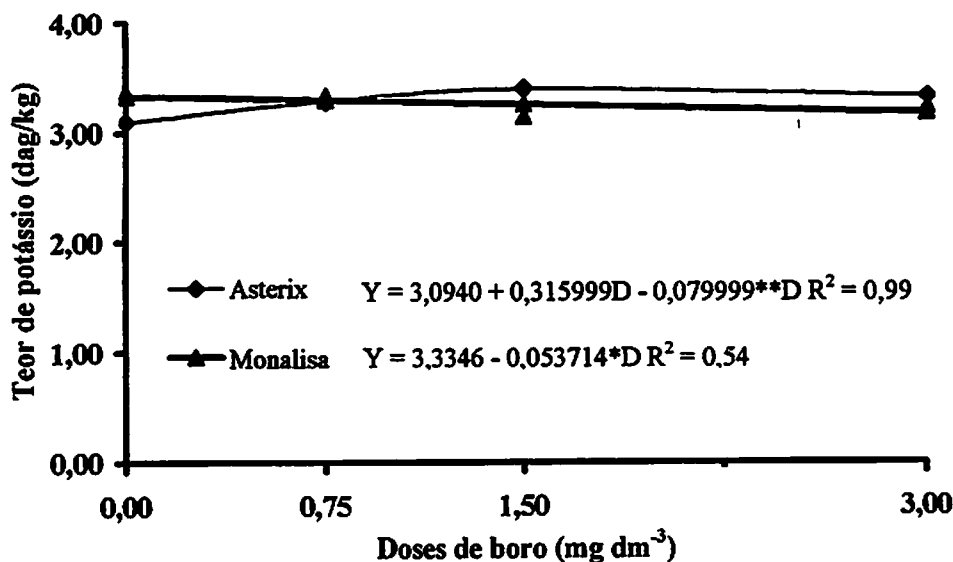


FIGURA 14. Teor de potássio nas folhas de cultivares de batata, em função de doses de boro em Latossolo Vermelho. Lavras, MG, UFLA, 2002.

A análise de variância dos teores de potássio na parte aérea, mostrou efeitos significativos de doses e cultivar. A interação doses e cultivares, foi significativa somente para a cultivar Monalisa, que é representada por um modelo linear positivo, ou seja, aumento dos teores de K com o aumento das doses de B (Figura 15).

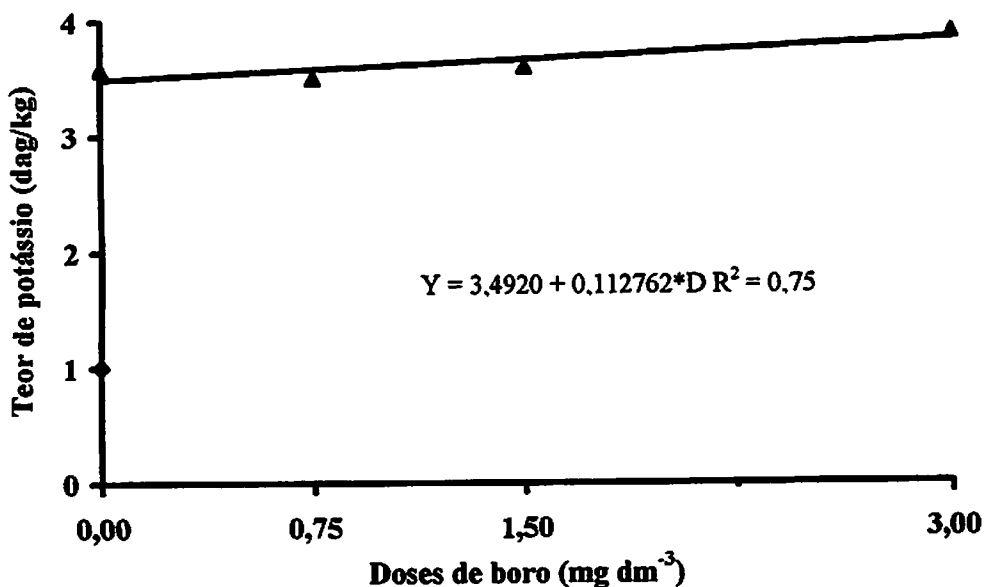


FIGURA 15. Teor de potássio na parte aérea da cultivar Monalisa, em função de doses de boro em Latossolo Vermelho. Lavras, MG, UFLA, 2002.

No Cambissolo, também houve efeitos significativos dos tratamentos e interação das doses e cultivares sobre os teores de potássio na parte aérea da batateira, com resposta somente para a cultivar Monalisa, que é representada por um modelo linear negativo, ou seja, redução dos teores de K com o aumento das doses de B (Figura 16).

Embora as plantas não tenham manifestado sintomas de deficiência nos solos trabalhados, os valores obtidos tanto na folha como em toda parte aérea ficaram abaixo dos valores considerados suficientes e de referência, respectivamente, segundo Jones Jr. et al. (1991) e Martinez et al. (1999), que sugerem valores de 9,3 a 11,5 dag/kg nas folhas. Entretanto, Walworth e Muniz (1993) sugerem como suficientes 3,51% a 5,0% nas folhas antes do

florescimento, 3,11% aos 74 dias após o plantio e 5,77% aos 94 dias após o plantio, coletados em toda planta.

O desenvolvimento foliar acima do normal também pode ter contribuído para a diluição dos níveis de K, em toda a parte aérea.

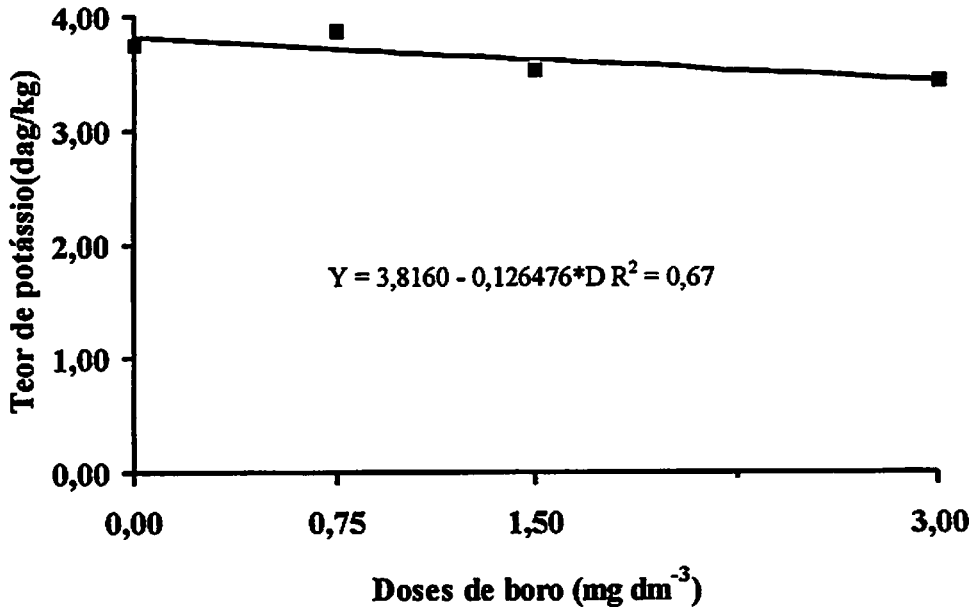


FIGURA 16. Teor de potássio na parte aérea da cultivar Monalisa, em função de doses de boro em Cambissolo. Lavras, MG, UFLA, 2002.

3.1.4 Cálcio

Os teores de cálcio nas folhas em Latossolo Vermelho, foram influenciados significativamente pelas doses de boro, e cultivares, assim como pela interação destes dois fatores. Não houve resposta da cultivar Asterix e a

Monalisa apresentou comportamento linear negativo, ou seja, redução dos teores de cálcio com o aumento das doses de B (Figura 17).

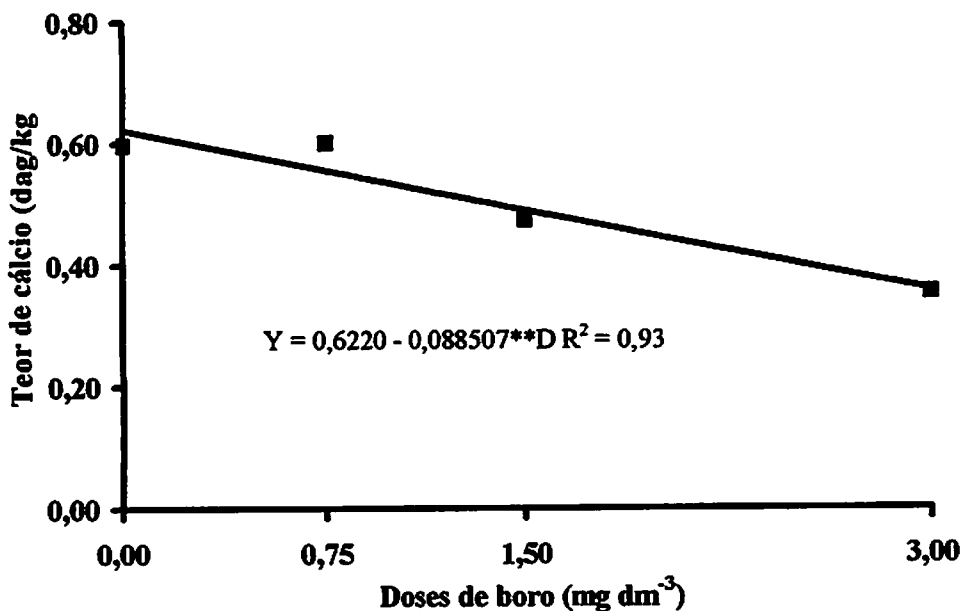


FIGURA 17. Teor de cálcio nas folhas da cultivar Monalisa, em função de doses de boro em Latossolo Vermelho. Lavras, MG, UFLA, 2002.

No Cambissolo não se observaram efeitos significativos dos tratamentos sobre os teores de cálcio nas folhas.

Pelos resultados obtidos, os teores de cálcio na parte aérea apresentaram efeitos significativos independentes, com resposta significativa somente para as cultivares no Latossolo Vermelho e Cambissolo. Em Latossolo Vermelho, as cultivares apresentaram teores médios de 1,46 e 0,96 dag/kg para 'Asterix' e 'Monalisa', respectivamente. Em Cambissolo, a cultivar Asterix apresentou 0,91 e a Monalisa 0,51 dag/kg.

Os valores obtidos somente nas folhas foram baixos, sugerindo baixa translocação para os tecidos foliares nas amostras realizadas no momento da amontoa. Nogueira et al. (1996), avaliando doses de gesso e potássio e teores foliares de nutrientes em cultivares de batata, encontraram 1,52% de cálcio nas folhas. Esses resultados são semelhantes àqueles entrados por Gargantini et al. (1963), que sugerem 0,28% para a cultivar Bintje aos 80 dias após o plantio. Entretanto Paula et al. (1986), encontraram como teor máximo 2,56% de cálcio nas folhas.

Em ambos os solos, os teores foliares de cálcio ficaram abaixo dos valores de referência e suficiência, respectivamente, segundo Martinez et al. (1999) e Jones Jr. et al. (1991), que sugerem teores de 0,76 a 1,00 dag/kg. Entretanto, Walworth & Muniz (1993) sugerem, como sendo suficientes, teores de 0,90% a 0,94% em amostragem realizada antes do florescimento e 1,73% em toda a planta aos 91 dias após o plantio.

O cálcio é um macronutriente crítico para o crescimento e o desenvolvimento normal das plantas. Batatas cultivadas na ausência de cálcio não produzem tubérculos e apresentam senescência precoce; tomam-se mais susceptíveis a danos mecânicos e esfoladuras durante o arranquio, classificação e transporte, tendo reduzida conservação pós-colheita (Paiva, 1997). Como sintomas de deficiência de cálcio, os mesmos autores observaram, além do tamanho reduzido, incidência de crescimento secundário (embonecamento) e descoloração interna nos tubérculos.

A concentração de cálcio nas folhas foi baixa, mas não o suficiente para apresentar sintomas de deficiência em diagnóstico visual, embora a cultura da batata só apresente sintomas de deficiências visuais quando está se desenvolvendo em condições bastante limitadas de nutrientes, o que não é comum. Quando tal fato chega a ocorrer, a produção já estará comprometida naquela safra (Fontes, 1997).

Alguns trabalhos relatam que o cálcio exerce um efeito antagônico em relação ao B; à medida em que aumenta a concentração do cálcio, ocorre diminuição na concentração do boro (Gupta, 1979). O cálcio e o boro têm processos semelhantes de movimento na solução do solo para o sistema radicular, dependendo das condições de clima, solo, espécie e da cultivar. Segundo Marschener (1995), o boro estando na forma molecular (sem carga) é absorvido e translocado, principalmente pelo fluxo respiratório, mais facilmente que o cálcio, que sofre competição dos cátions monovalentes, como o potássio nas membranas das células. Isso de certa forma, pode explicar os baixos teores de cálcio nas folhas, quando aumentam as doses de boro.

3.1.5 Magnésio

Pelos resultados obtidos, observa-se que os teores de magnésio na parte aérea foram influenciados significativamente pelos tratamentos, com resposta significativa somente para as cultivares no Latossolo Vermelho. As cultivares apresentaram teores médios de 0,11 e 0,13dag/kg para 'Asterix' e 'Monalisa', respectivamente. Em Cambissolo, não foram observados efeitos significativos sobre os teores foliares de magnésio.

Os teores foliares de magnésio encontrados estão em acordo com os valores de referência e suficiência, respectivamente, sugeridos por Martinez et al. (1999) e Jones Jr. et al. (1991), que sugerem teores de 0,10 a 0,12 dag/kg.

Foram observados efeitos significativos, dos tratamentos, sobre os teores de magnésio da parte aérea, com efeitos significativos somente para as cultivares, tanto no Latossolo Vermelho como para o Cambissolo. Em Latossolo Vermelho, os teores variaram de 0,26 a 0,33dag/kg para a 'Monalisa' e 'Asterix' respectivamente e, no Cambissolo, os teores foram 0,16 a 0,25, para 'Monalisa' e 'Asterix' respectivamente. Os teores de magnésio na parte aérea segundo

Walworth & Muniz (1993), variam de 0,36% a 0,68% nas folhas em amostras coletadas antes do florescimento e teores médios de 0,59% amostrados em toda planta aos 91 dias após o plantio.

No presente trabalho, os teores em toda a planta foram menores que aqueles relatados por estes autores e o Mg foi amplamente absorvido em detrimento do Ca, que apresentou teores abaixo da normalidade.

3.1.6 Enxofre

Os teores de enxofre nas folhas foram influenciados significativamente pelos tratamentos, com efeito significativo para as doses de boro em Latossolo Vermelho, representada por um modelo linear negativo, ou seja, redução dos teores de enxofre nas folhas com o aumento das doses de boro (Figura 18).

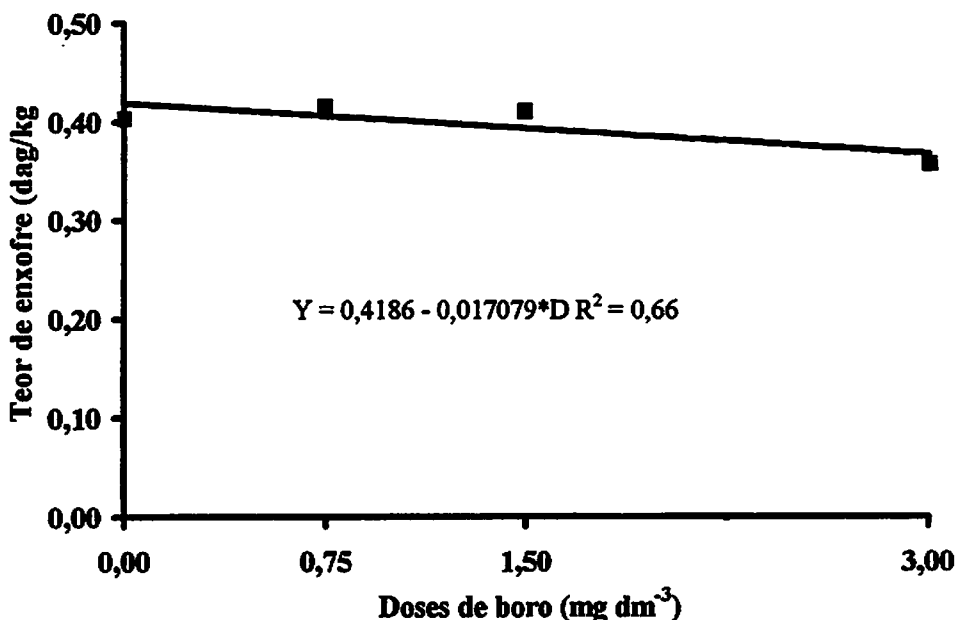


FIGURA 18. Teor de enxofre nas folhas de batata, em função de doses de boro em Latossolo Vermelho. Lavras, MG, UFLA, 2002.

No Cambissolo, os teores de enxofre nas folhas também foram influenciados significativamente pelos tratamentos, com efeito significativo para as doses de boro, representadas por um modelo linear negativo, ou seja, redução dos teores de enxofre nas folhas, com o aumento das doses de boro (Figura 19).

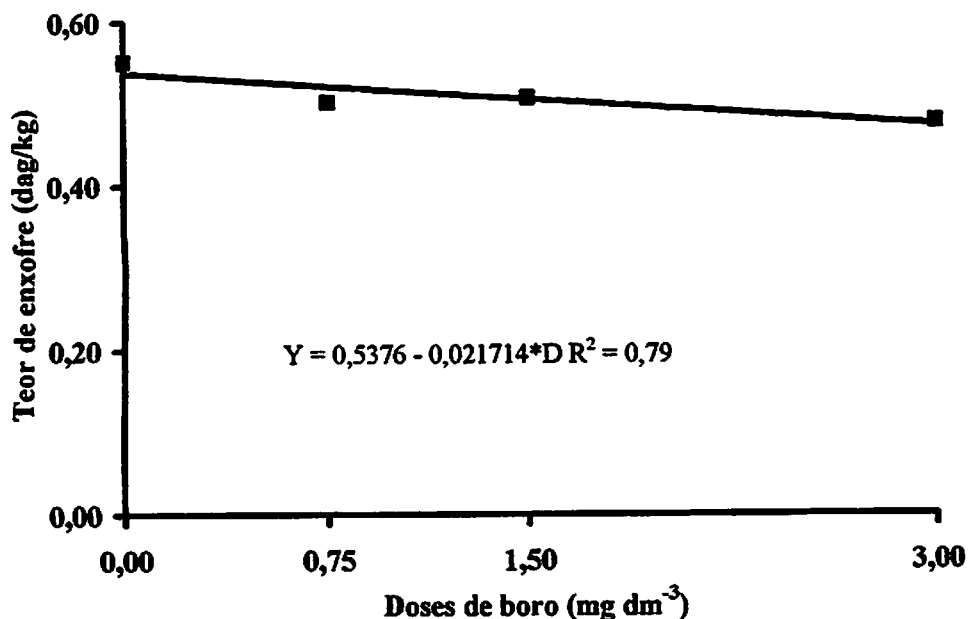
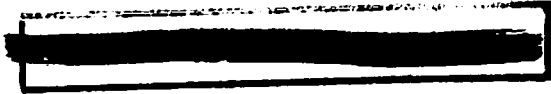


FIGURA 19. Teor de enxofre nas folhas de batata, em função de doses de boro em Cambissolo. Lavras, MG, UFLA, 2002.

Os teores de enxofre na parte aérea foram afetados significativamente pelos tratamentos, com respostas somente para as cultivares em Cambissolo. Os teores foram de 0,42 e 0,39 dag/kg para 'Asterix' e 'Monalisa,' respectivamente.

Estudando o efeito do enxofre, cálcio, boro e suas interações nos teores de nutrientes e na produção da batata, Gupta & Sanderson (1993) não



encontraram efeitos significativos nas interações entre o Ca, B e S e concluíram que tanto o Ca como o B não afetaram a produção da batata. Segundo os mesmos autores a adição de 50 kg/ha de S na forma de gesso ou sulfato de magnésio foi suficiente para suprir sua deficiência, aumentar os teores foliares de S e a produção da batata. Segundo os mesmos autores, as plantas deficientes em S apresentaram teores de 25% a 27% de S e nas que apresentaram de 0,28% a 0,32% os níveis foram adequados ou suficientes. Segundo Walworth & Muniz (1993), os teores de S variando de 0,21% a 0,50% nas folhas de batata antes do florescimento e 0,35% em toda planta aos 70 dias após o plantio, são considerados suficientes. Nogueira et al. (1996) encontraram 0,23% na planta e 0,38% nas folhas, enquanto Paula et al. (1986) encontraram de 0,32% e 0,26% na planta e folhas, respectivamente.

Os teores encontrados neste trabalho foram maiores que aqueles encontrados por Gupta & Sanderson (1993) e estão de acordo com os valores encontrados por Walworth & Muniz (1993).

3.2 Teores de micronutrientes nas folhas e na parte aérea

3.2.1 Boro

Pelos resultados obtidos, evidenciaram-se efeitos significativos dos tratamentos sobre os teores de boro nas folhas, assim como da interação do efeito de doses e cultivares em Latossolo Vermelho. A cultivar Asterix, na dose de 2,18 mg dm⁻³ de B, apresentou teor máximo de 57,34 mg kg⁻¹ de B nas folhas, enquanto que a 'Monalisa' apresentou teor de 45,03 mg kg⁻¹ com a dose de 2,32 mg dm⁻³ de B (Figura 20).

A produtividade máxima de tubérculos atingida para a 'Asterix' em Latossolo Vermelho (559,82 gramas/vaso) foi com obtida com a dose de 2,19

mg dm⁻³ de B, em acordo com os teores máximos encontrados nas folhas. Já a cultivar Monalisa alcançou a sua máxima produtividade (552,57 gramas/vaso) na dose de 1,59 mg dm⁻³ de B.

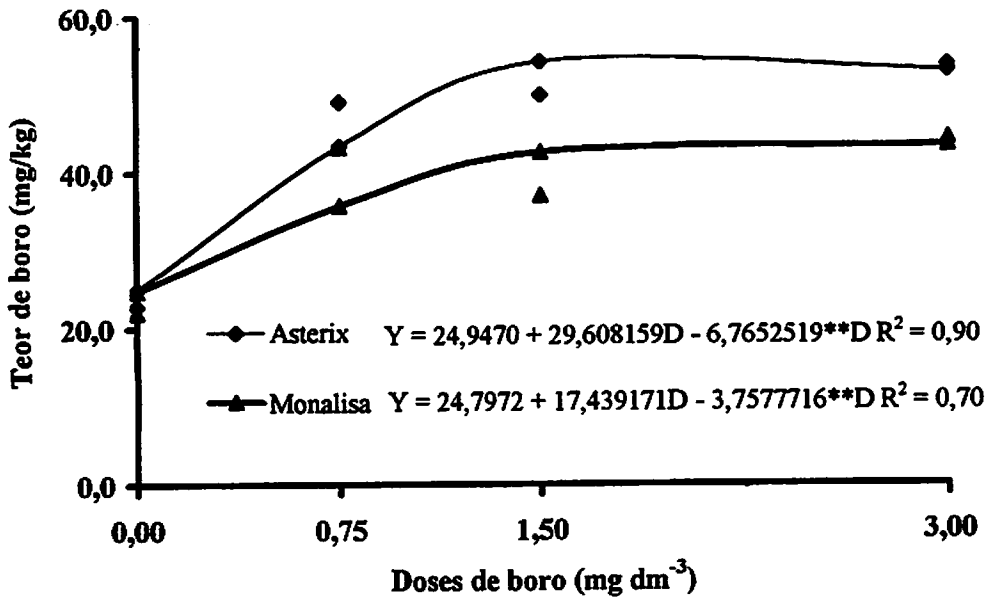


FIGURA 20. Teor de boro nas folhas de cultivares de batata, em função de doses de boro em Latossolo Vermelho. Lavras, MG, UFLA, 2002.

No Cambissolo, os tratamentos também afetaram significativamente os teores de boro nas folhas, com efeito significativo somente para as doses. O modelo linear positivo representa o comportamento desta característica, ou seja, aumento dos teores foliares de boro com o aumento das doses (Figura 21).

O baixo poder tampão do solo em questão contribuiu para a maior absorção de boro pelas cultivares..

A produtividade máxima de tubérculos atingida pela 'Asterix' (367,29 gramas/vaso) foi obtida com a dose de 2,22 mg dm⁻³ de B. Já a 'Monalisa' teve produtividade máxima (176,02 gramas/vaso) com a dose de 1,62 mg dm⁻³ de B.

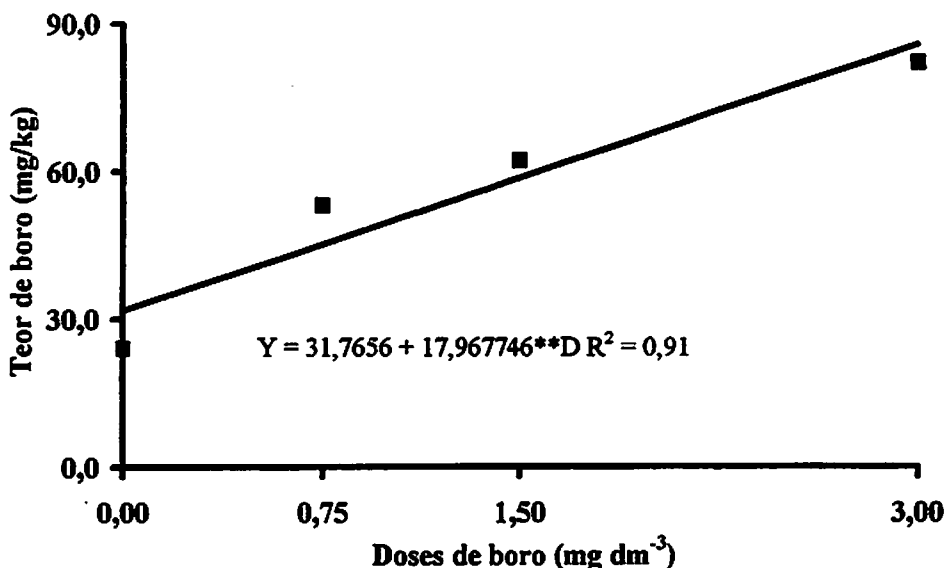


FIGURA 21. Teor de boro nas folhas de batata, em função de doses de boro em Cambissolo. Lavras, MG, UFLA, 2002.

Pelos resultados obtidos, também evidenciaram-se efeitos significativos dos tratamentos sobre os teores de boro na parte aérea, assim como da interação de doses e cultivares em Latossolo Vermelho. A cultivar Asterix, na dose de 2,50 mg dm⁻³ de B, apresentou teor máximo de 58,10 mg kg⁻¹ de B na parte aérea, enquanto a 'Monalisa' é representada por um modelo efeito linear positivo, ou seja, aumento dos teores de B na parte aérea, com o aumento das doses de B no solo (Figura 22).

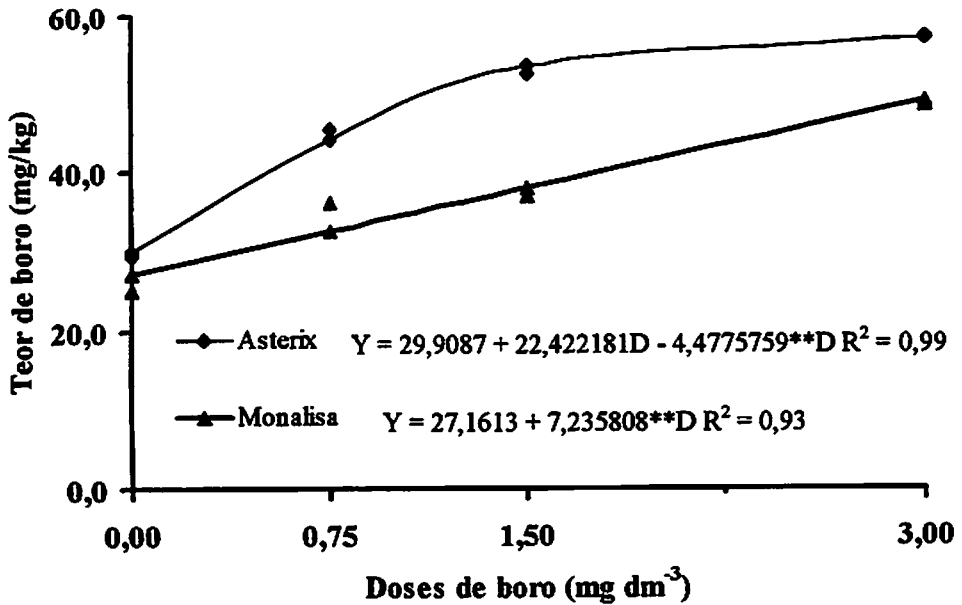


FIGURA 22. Teor de boro na parte aérea de cultivares de batata, em função de doses de boro em Latossolo Vermelho. Lavras, MG, UFLA, 2002.

Em Cambissolo, a análise dos teores de boro na parte aérea indicaram efeitos significativos dos tratamentos, independente da cultivar. Verificou-se resposta quadrática à sua aplicação, sendo que na dose 2,14 mg dm⁻³ de B, obteve-se o teor máximo 56,60 mg kg⁻¹ de boro na parte aérea (Figura 23).

Os tratamentos aplicados elevaram os teores de boro tanto nas folhas como em toda a parte aérea, em ambos os solos estudados. Pregno & Armour (1992), avaliando doses de boro em batata, relataram aumento dos teores foliares e na produtividade.

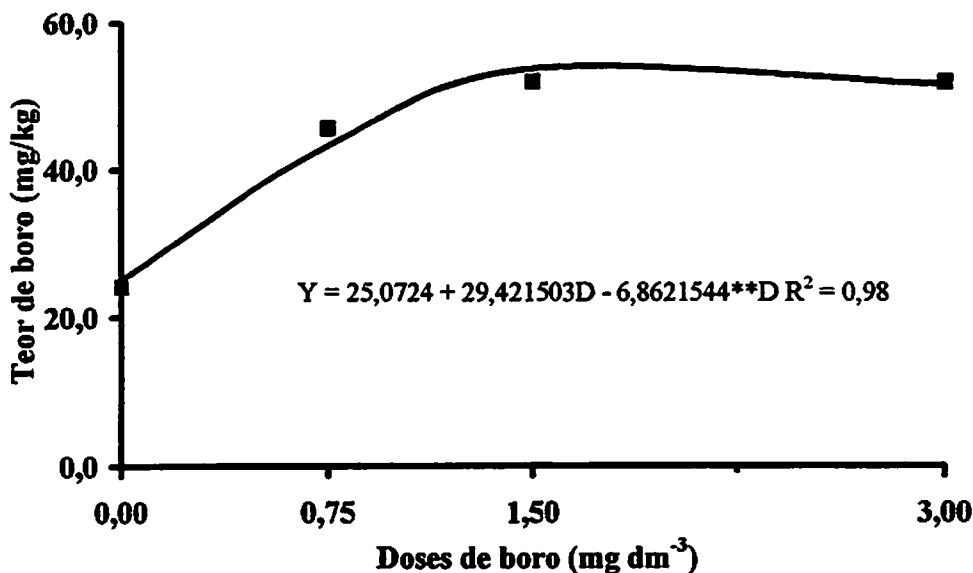


FIGURA 23. Teor de boro na parte aérea de cultivares de batata, em função de doses de boro em Cambissolo. Lavras, MG, UFLA, 2002.

Segundo os mesmos autores, os níveis foliares maiores que 39 mg kg^{-1} e menores que 26 mg kg^{-1} apresentaram redução na produção e a produtividade máxima foi obtida com teores de 33 mg kg^{-1} de boro na parte aérea. Entretanto, Robert & Rhee (1990) constataram concentrações superiores a 120 mg kg^{-1} na parte aérea, não afetando a produção de tubérculos. Segundo Jones Jr. et al. (1991), os teores de boro de $18,0$ a $24,0$; $25,0$ a $50,0$ e maiores que $50,0 \text{ mg kg}^{-1}$ são: deficientes, suficientes e altos, respectivamente. Os valores de referência propostos por Martinez et al. (1999) são entre 25 a 50 mg kg^{-1} . Os teores obtidos no presente trabalho situam-se dentro da faixa de suficiência e referência citadas por este autores. Embora a concentração do boro tenha atingido valores mais

altos, sua concentração não foi o suficiente para que apresentasse sintomas de toxidez em diagnóstico visual.

3.2.2 Cobre

Os teores de cobre nas folhas foram influenciados significativamente pelos tratamentos, com resposta em modelo quadrático para as doses no Latossolo Vermelho, independente da cultivar. O teor mínimo de cobre nas folhas $14,91\text{mg kg}^{-1}$ foi atingido com a dose de $2,09\text{mg dm}^{-3}$ de B (Figura 24).

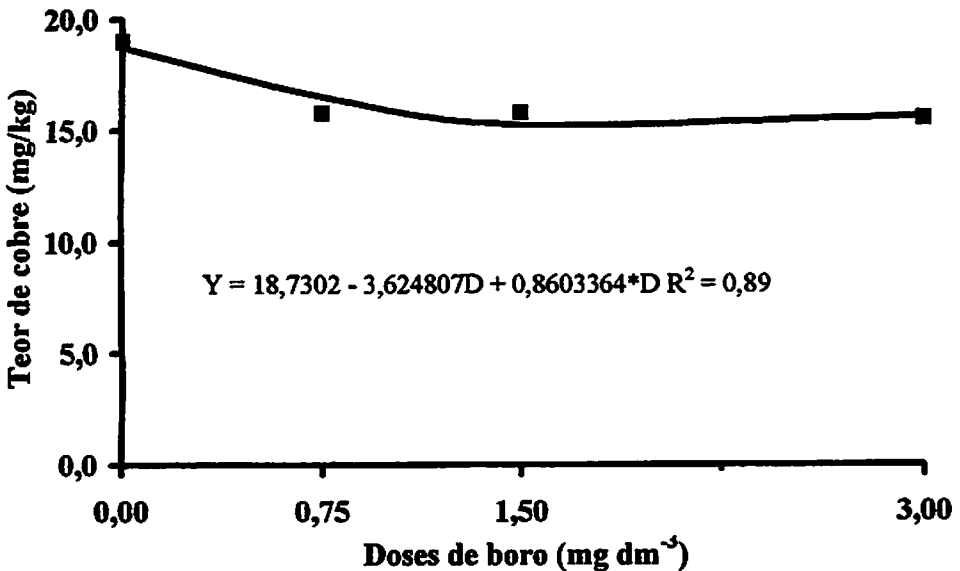


FIGURA 24. Teor de cobre nas folhas de cultivares de batata, em função de doses de boro em Latossolo Vermelho. Lavras, MG, UFLA, 2002.

No Cambissolo, também ocorreram respostas significativas dos tratamentos sobre os teores de cobre nas folhas, com resposta em modelo

quadrático para as doses, independente da cultivar. O teor mínimo de cobre nas folhas, 15,27 mg kg⁻¹ foi obtido com a dose de 2,38 mg dm⁻³ de boro(Figura 25).

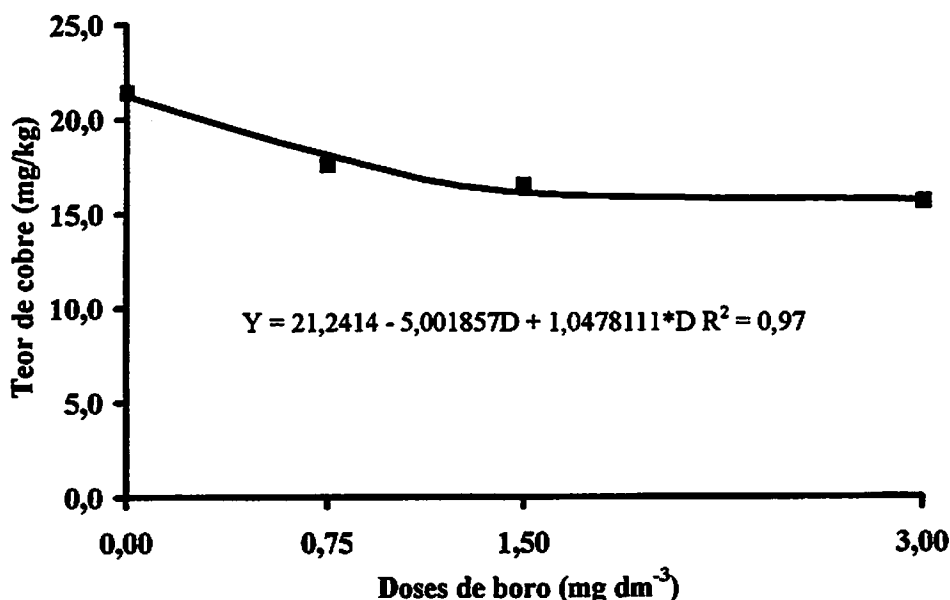


FIGURA 25. Teor de cobre nas folhas de cultivares de batata, em função de doses de boro em Cambissolo. Lavras, MG, UFLA, 2002.

Os teores de Cu na parte aérea foram influenciados significativamente pelos tratamentos, com respostas somente para as cultivares tanto no Latossolo Vermelho, como no Cambissolo. No Latossolo Vermelho foram observados teores de 5,95 a 7,78 a mg kg⁻¹ para as cultivares Monalisa e Asterix, respectivamente. No Cambissolo, os teores de cobre da parte aérea também foram influenciados pelos tratamentos, com resposta somente para as cultivares. Foram observados teores de 6,73 a 9,26 mg kg⁻¹ para as cultivares Asterix e Monalisa, respectivamente. Segundo Jones Jr. et al. (1991), as faixas de

suficiência de cobre nas folhas para a planta de batata são de 5,0 a 6,0; 7,0 a 20,0 e maior que 20,0 mg kg⁻¹ são: deficientes, suficientes e altas respectivamente.

Os valores de referência propostos por Martinez et al. (1999) sugerem de 7,0 a 20 mg kg⁻¹. Entretanto, Walworth & Muniz (1993) sugerem como suficientes os teores de 5,1 a 30 mg kg⁻¹ tomados na parte aérea (folhas e pecíolos), antes do florescimento. Os teores de cobre encontrados, mantiveram-se dentro da faixa de suficiência e referência proposta por estes autores.

3.2.3 Ferro

Pelos resultados obtidos, evidenciaram-se efeitos significativos dos tratamentos sobre os teores foliares de ferro em Latossolo Vermelho, com resposta para as doses independente da cultivar. Houve resposta quadrática para as doses de boro com ponto de teor mínimo de 128,58 mg kg⁻¹ de ferro nas folhas, obtido com a dose de 1,99 mg dm⁻³ de B (Figura 26).

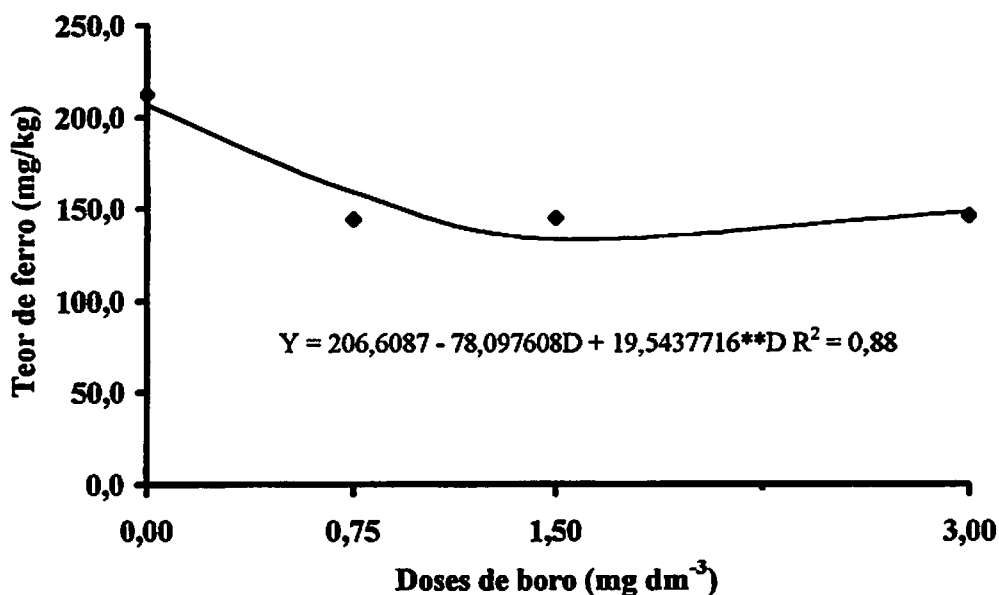


FIGURA 26. Teor de ferro nas folhas de cultivares de batata, em função de doses de boro em Latossolo Vermelho. Lavras, MG,UFLA, 2002.

No Cambissolo os tratamentos afetaram significativamente os teores de ferro nas folhas com resposta para as doses de boro e interação doses e cultivar. Houve respostas em modelo quadrático, sendo que a cultivar Asterix apresentou o teor máximo de 237,02 mg kg⁻¹ na dose de 0,59 mg dm⁻³ de B, enquanto que a 'Monalisa' apresentou teor mínimo 118,43mg kg⁻¹ na dose de 2,06 mgdm⁻³ de B (Figura 27).

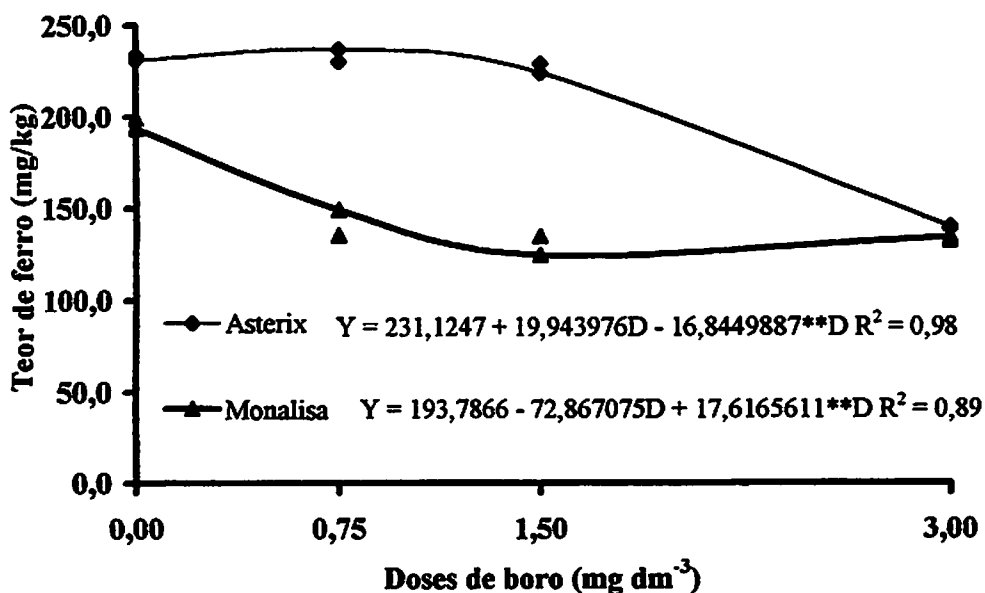


FIGURA 27. Teor de ferro nas folhas de cultivares de batata, em função de doses de boro em Cambissolo. Lavras, MG, UFLA, 2002.

Os teores de Fe na parte aérea também foram afetados significativamente pelos tratamentos em Latossolo Vermelho, com respostas somente para as cultivares. Os teores variaram de 138,57 a 184,40 mg kg⁻¹ para as cultivares Monalisa e Asterix, respectivamente. No Cambissolo, os tratamentos também afetaram significativamente os teores de ferro na parte aérea, com efeito significativo para as doses e interação das doses e cultivares. A cultivar Asterix apresentou um comportamento quadrático, com teor máximo de 159,43 mg kg⁻¹ na dose 0,35 mg dm⁻³ enquanto que a 'Monalisa' é representada por um modelo linear negativo, ou seja, redução dos teores de ferro, com o aumento das doses de boro (Figura 28).

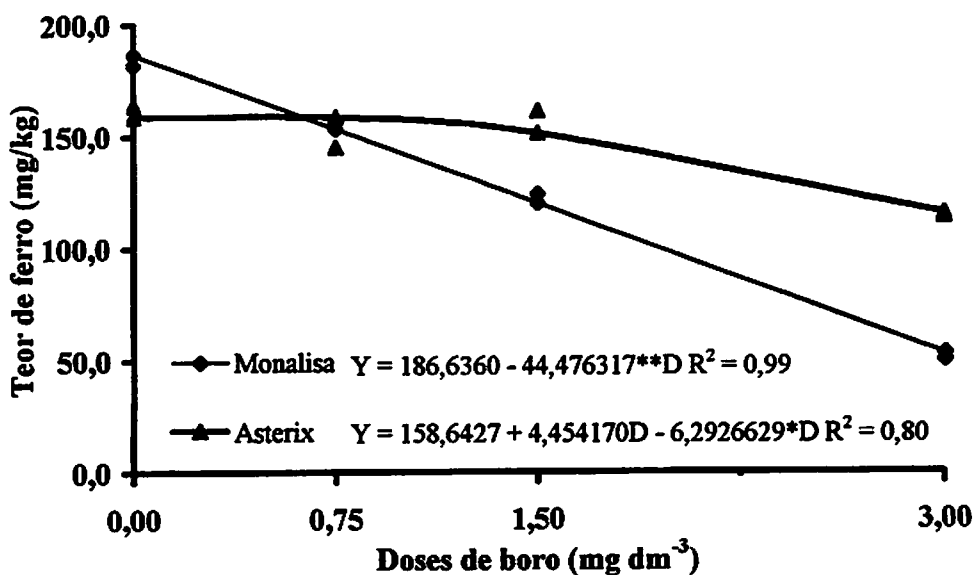


FIGURA 28. Teor de ferro na parte aérea de cultivares de batata, em função de doses de boro em Cambissolo. Lavras, MG, UFLA, 2002.

Segundo Jones Jr. et al. (1991), os teores de 40,0 a 49,0; 50,0 a 100,0 e maiores que 100,0 mg kg⁻¹ de Fe nas folhas, para a planta de batata, são considerados: deficientes, suficientes e altos, respectivamente. Martinez et al. (1999) sugerem como referência teores entre 50,0, a 100,0 mg kg⁻¹. Os teores obtidos nas folhas no presente trabalho situam-se na faixa considerada alta proposta por estes autores, embora para os teores em toda a parte aérea possam ser considerados normais, segundo Walworth & Muniz (1993), que sugerem como teores suficientes de 70 a 249 de amostras coletadas nos pecíolos antes da floração.

3.2.4 Manganês

Pelos resultados obtidos, evidenciaram-se efeitos significativos para as doses de boro sobre os teores foliares de manganês em Latossolo Vermelho. Houve interação doses e cultivar com efeito somente para a cultivar Monalisa, que é representada por um modelo linear negativo, ou seja, redução dos teores foliares de manganês com aumento das doses de boro (Figura 29).

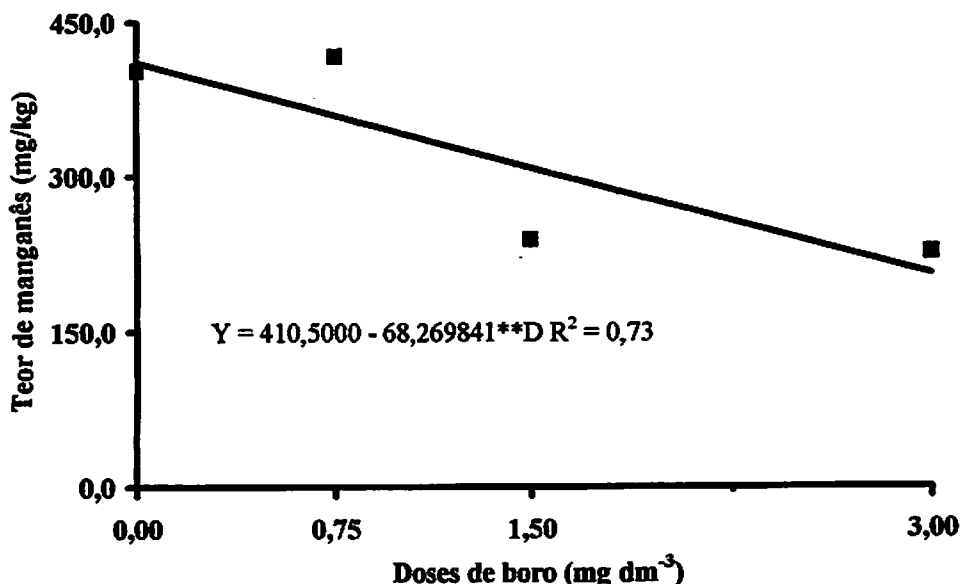


FIGURA 29. Teor de manganês nas folhas da cultivar de batata Monalisa, em função de doses de boro em Latossolo Vermelho. Lavras, MG, UFLA, 2002.

No Cambissolo, os teores foliares de manganês também foram influenciados significativamente pelos tratamentos, com resposta somente para as cultivares, com teores de 656,31 e 491,66 mg kg⁻¹ de manganês para a 'Asterix' e 'Monalisa,' respectivamente.

Os teores de manganês da parte aérea foram afetados significativamente pelos tratamentos, com efeito somente para as cultivares, tanto no Latossolo

Vermelho como no Cambissolo. No Latossolo Vermelho, os teores foram 432,72 e 282,37 mg kg⁻¹ na 'Asterix' e 'Monalisa,' respectivamente e no Cambissolo, 512,18 e 249,06 mg kg⁻¹ na 'Asterix' e 'Monalisa' respectivamente.

Segundo Jones Jr. et al. (1991), a faixa de suficiência de manganês para a planta de batata é de 30,0 a 250,0; deficiente de 20,0 a 29,0 mg kg⁻¹ e alta, quando apresentar teores maiores que 250,0 mg kg⁻¹. Os valores de referência citados por Martinez et al. (1999) sugerem teores entre 30,0 a 250,0 mg kg⁻¹. Os valores encontrados tanto nas folhas como em toda parte aérea situaram-se acima da faixa proposta por estes autores.

3.2.5 Zinco

Não foram observados efeitos significativos dos tratamentos sobre os teores foliares de zinco em Latossolo Vermelho. No Cambissolo, também foram observados efeitos significativos dos tratamentos sobre os teores foliares de zinco, com resposta para as doses, independente da cultivar. Ajustou-se um modelo quadrático com ponto de teor mínimo 100,84 mg kg⁻¹ de zinco, com a dose de 1,79 mg dm⁻³ de boro (Figura 30).

Os teores de zinco na parte aérea também foram afetados significativamente pelos tratamentos em Latossolo Vermelho, com respostas somente para as cultivares. Os teores foram 72,10 e 59,51 mg kg⁻¹ na 'Monalisa' e 'Asterix,' respectivamente.

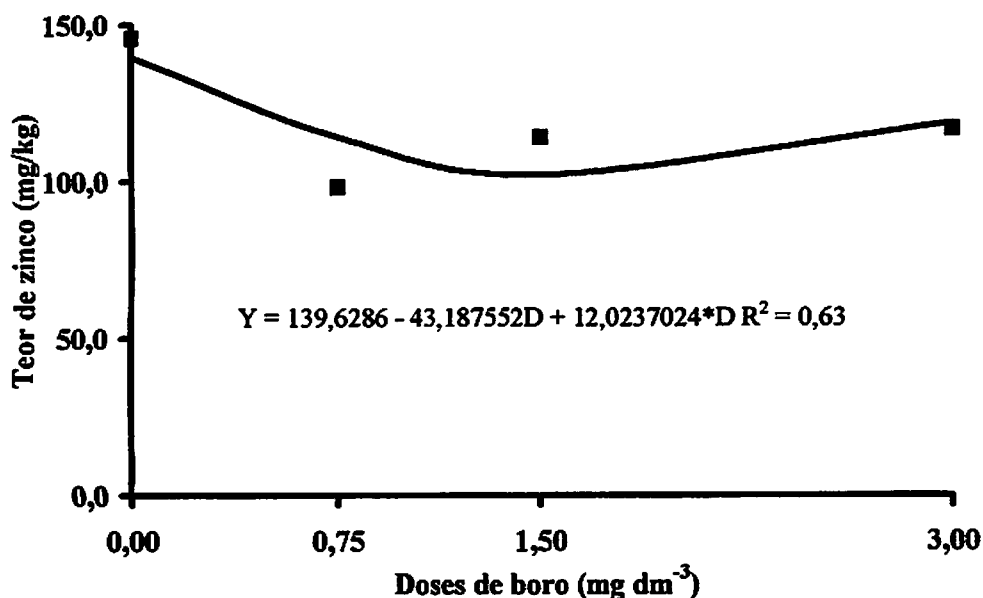


FIGURA 30. Teor de zinco nas folhas de cultivares de batata, em função de doses de boro em Cambissolo. Lavras, MG, UFLA, 2002.

No Cambissolo, evidenciaram-se efeitos significativos dos tratamentos sobre os teores de zinco na parte aérea, bem como da interação das doses e cultivares. A cultivar Monalisa ajustou-se a um modelo quadrático, com o teor mínimo de 59,31 mg kg⁻¹ de zinco na dose de 2,20 mg dm⁻³ de boro, enquanto que a 'Asterix' é representada por um modelo linear positivo, ou seja, aumento dos teores de zinco com o aumento das doses de boro. (Figura 31).

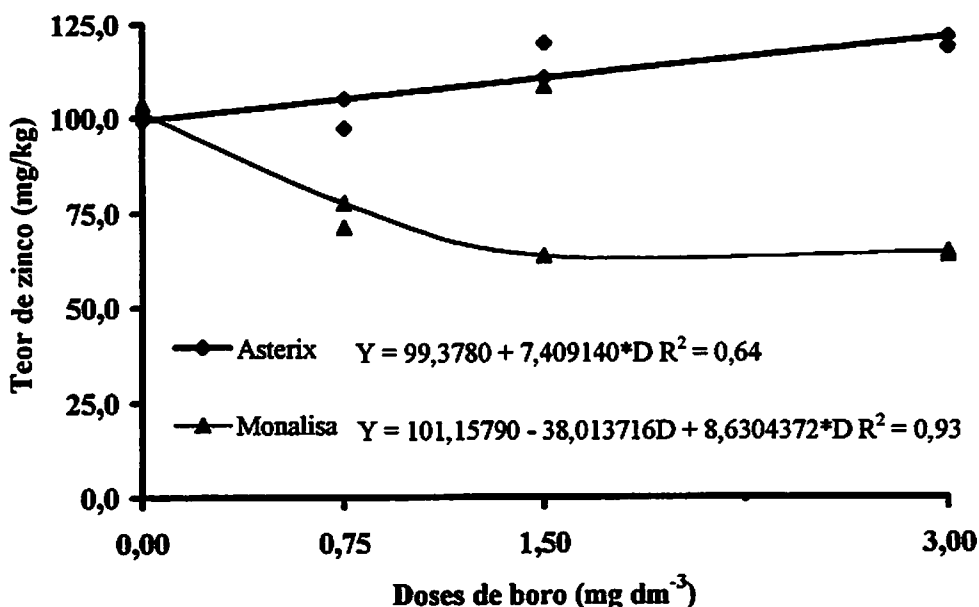


FIGURA 31. Teor de zinco na parte aérea de cultivares de batata, em função de doses de boro em Cambissolo. Lavras, MG, UFLA, 2002.

Segundo Jones Jr. et al. (1991), a faixa de 35,0 a 44,0 mg kg⁻¹ de zinco para a parte aérea da batata é considerada deficiente, de 45,0 a 250,0 mg kg⁻¹ suficiente e alta quando maior que 250,0 mg kg⁻¹. Os valores de referência sugeridos por Martinez et al. (1999) estabelecem teores entre 450, a 250,0 mg kg⁻¹. Os teores obtidos no presente trabalho situam-se na faixa proposta por estes autores.

3.3 Acúmulo de boro nas folhas e na parte aérea

O acúmulo de boro nas folhas foi afetado significativamente pelos tratamentos em Latossolo Vermelho, com resposta para as doses, independente

da cultivar. Verificou-se resposta quadrática das doses, no acúmulo de boro nas folhas, sendo que o acúmulo máximo, 2,25 mg de boro/vaso, foi obtido com a dose de 2,03 mg dm⁻³ (Figura 32).

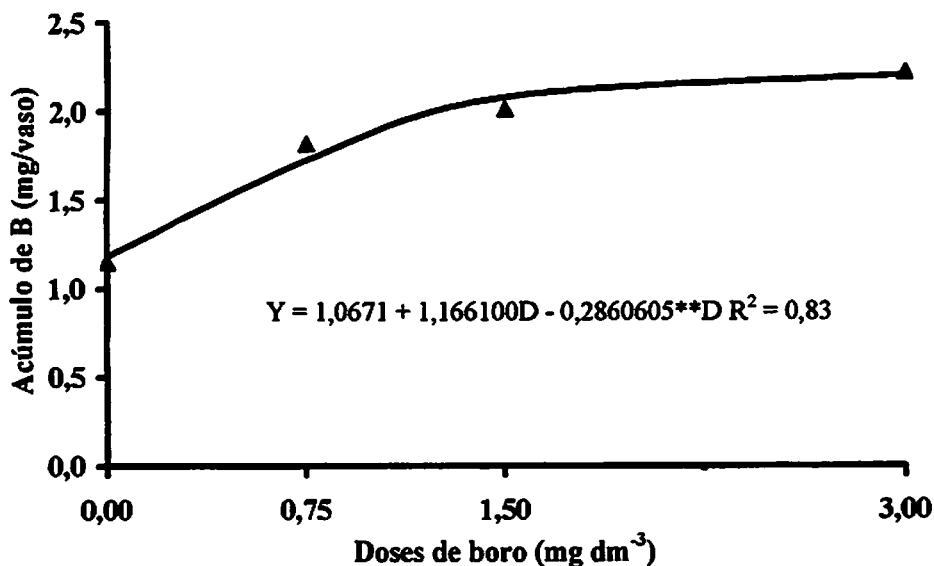


FIGURA 32. Acúmulo de boro nas folhas de cultivares de batata, em função de doses de boro em Latossolo Vermelho. Lavras, MG, UFLA, 2002.

No Cambissolo, também foram observados efeitos significativos dos tratamentos sobre o acúmulo de boro nas folhas, bem como da interação entre doses e cultivares. A 'Asterix' ajustou-se a um modelo quadrático, com ponto de máximo acúmulo de 3,25 mg de boro nas folhas, com a dose de 2,46 mg dm⁻³ de B, enquanto que a 'Monalisa' apresentou comportamento linear, com aumento do acúmulo nas folhas em relação ao aumento das doses de boro (Figura 33).

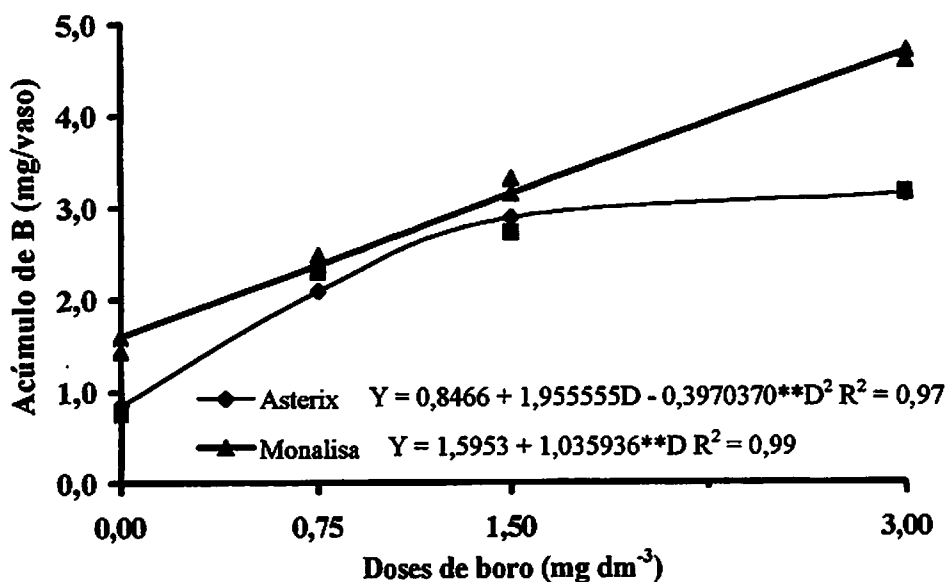


FIGURA 33. Acúmulo de boro nas folhas de cultivares de batata, em função de doses de boro em Cambissolo. Lavras, MG, UFLA, 2002.

Foram observados efeitos significativos das doses de boro sobre o acúmulo de boro na parte aérea independente da cultivar em Latossolo Vermelho. Ajustou-se um modelo quadrático para as doses, com ponto máximo de acúmulo de 2,24 mg boro/vaso obtido na dose de 2,48 mg dm⁻³ de boro (Figura 34).

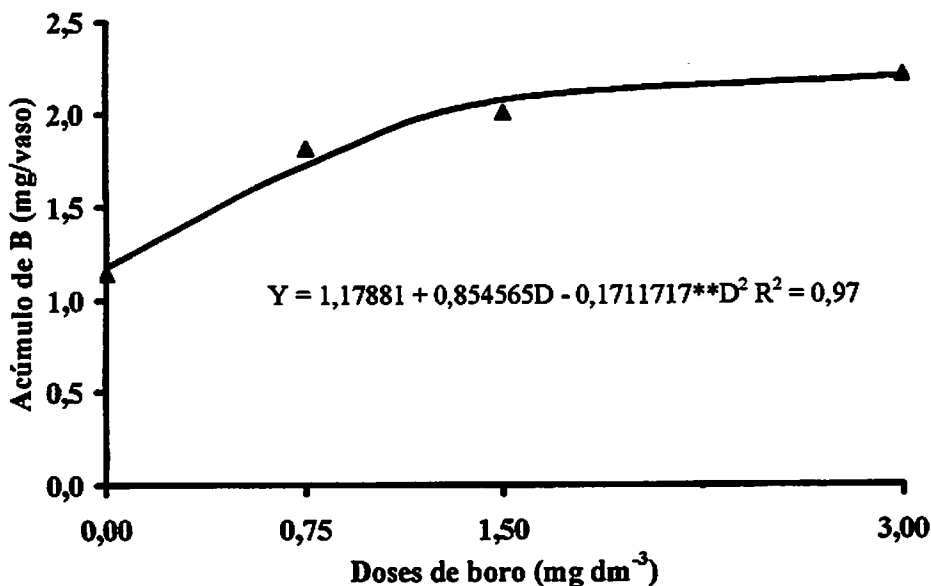


FIGURA 34. Acúmulo de boro na parte aérea de cultivares de batata, em função de doses de boro em Latossolo Vermelho. Lavras, MG, UFLA, 2002.

No Cambissolo, também evidenciaram-se efeitos significativos dos tratamentos sobre o acúmulo de boro na parte aérea, com resposta para as doses, independente da cultivar. Ajustou-se um modelo quadrático com ponto máximo de acúmulo 2,72 mg de boro/vaso, obtido com a dose de 2,09 mg dm⁻³ de B (Figura 35).

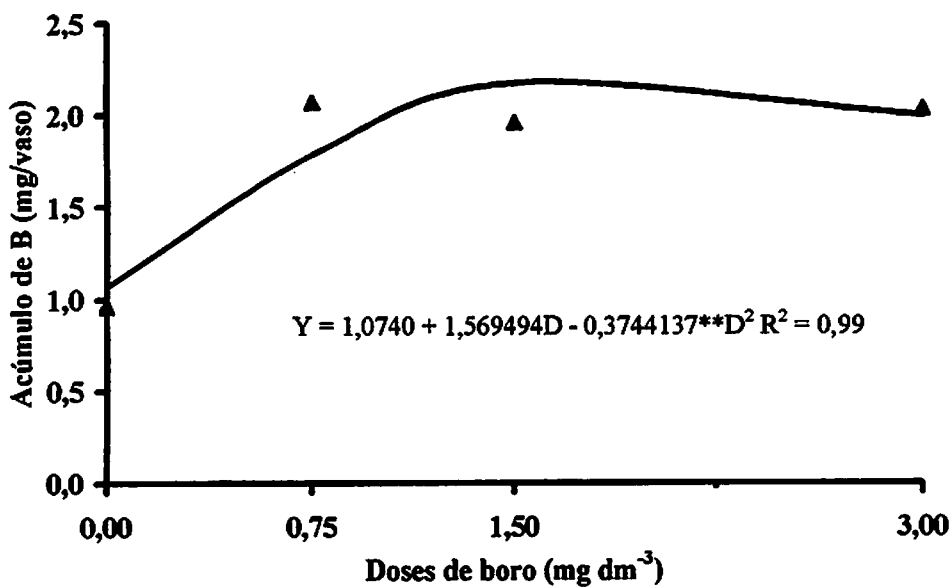


FIGURA 35. Acúmulo de boro na parte aérea de cultivares de batata, em função de doses de boro em Cambissolo. Lavras, MG, UFLA, 2002.

4 CONCLUSÕES

Houve aumento na concentração de P nas folhas da cultivar Monalisa, do K na cultivar Asterix no Latossolo Vermelho e reduziu a concentração de Ca nas folhas da 'Monalisa,' em Latossolo Vermelho e do S nos dois solos estudados.

O aumento das doses de boro aumentaram a concentração de B nas folhas e na parte aérea das cultivares Asterix e Monalisa, nos dois solos e reduziu a concentração de Cu, Fe, Mn, variando em função dos solos e cultivares estudadas.

Como os atributos físicos e químicos dos solos não apresentavam diferenças acentuadas, os teores de nutrientes apresentaram diferenças de pequena magnitude do ponto de vista da nutrição de plantas, mantendo-se dentro de uma faixa adequada de exigência da cultura.

Houve aumento significativo do acúmulo de B nas folhas e na parte aérea das cultivares, sendo mais expressivo no Cambissolo, o que pode ter ocorrido pelas características deste solo

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.
- FONTES, P. C. R. **Preparo do solo nutrição mineral e adubação da batateira**. Viçosa: UFV 1997. 42 p. (Cadernos didáticos, 3).
- GARGANTINI, H.; BLANCO, H. G.; GALLO, J. R.; NOBREGA, S. A. de. **Absorção de nutrientes pela batatinha**. *Bragantia*, Campinas, v. 22, n. 22, p. 267-290, abr. 1963.
- GUPTA, U. C. **Boron nutrition of crops**. *Advances in Agronomy*, New York, v. 31, p. 273-307, 1979.
- GUPTA, U. C.; SANDERSON, J. B. **Effect of sulfur, calcium, and boron on tissue nutrient concentration and potato yield**. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v. 16 n. 6, p. 1013-1023, 1993.
- JONES JUNIOR, J. B.; WELF, B.; MILLS, H. A. **Plant analysis handbook**. Athens: Micro-Macro, 1991. 312 p.
- MACKAY, D. C.; LANGILLE, W. M.; CHIPMAN, E. W. **Boron deficiency and toxicity in crops grown on sphagnum peat soil**. *Canadian Journal of Soil Science*, Ottawa, v. 42, n. 3, p. 302-310, Aug. 1962.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Geres, 1980. 215 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1997. 210 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.
- MARTINEZ, E. P.; CARVALHO, J. G. de.; SOUZA, R. B. de. **Diagnose Foliar**. In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em MG: 5ª aproximação**. Lavras: CFSEMG, 1999. p. 143-168.

NOGUEIRA, F. D.; PÁDUA, J. G. de ; GUIMARÃES, P. T.; PAULA, M. B. de; SILVA, E. B. Potato yield and quality under potassium and gypsum levels in southeastern Brazil. *Communications in Soil Science in Plant Analysis*, New York, v. 27, n. 9/10, p. 2453-2475, 1996.

PAULA, M. B. de.; FONTES, P. C. R.; NOGUEIRA, F. D. Produção de matéria seca e absorção de nutrientes por cultivares de batata. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 4, n. 1, p. 10-16, 1986b.

PAULA, M. B. de. Influência de extratores e níveis de críticos boro disponível em amostras de solos Aluviais e Hidromórficos sob a cultura do arroz inundado. 1995. 65 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PREGNO, L. M.; ARMOUR, J. D. Boron deficiency and toxicity in potato cv. Sebago on na oxisol of the Atherton Tablelands, North Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, Collingwood, v. 32, n. 2, p. 251-253, Sept. 1992.

ROBERTS, S.; RHEE, J. K. Boron utilization by potato in nutrient cultures and in field plantings. *Communications in Soil Science in Plant Analysis*, New York, v. 21, n. 11/12, p. 921-932, 1990.

WALWORTH, J. L.; MUNIZ, J. E. A compendium of tissue nutrient concentrations for field-grown potatoes. *American Potato Journal*, Orono, v. 70, n. 8, p. 579-597, Aug. 1993.

ANEXOS

TABELA 1A Quadrados médios, níveis de significância, produção de tubérculos (PT), matéria seca parte aérea (MsPa,) matéria seca tubérculos (MsT), em Latossolo Vermelho, em função de doses de boro, Lavras, MG, UFLA, 2002.

Causas de variação	G. L.	Quadrado médio		
		Prod.Tub.	MsPa	MsT
Blocos	2	2317,875	6,982	1,119
Doses	3	45026,486 **	26,539**	7,037**
Cultivar	1	11572,041 ns	1887,536**	5,096 ns
Doses x cultivar	3	16077,41 *	60,782**	1,094 ns
Resíduo	14	4092,160	4,448	1,71
Total	23	-	-	-
CV(%)		13,941	4,775	7,295

** significativo 1% * significativo 5% ns não significativo

TABELA 2A Quadrados médios, níveis de significância, produção de tubérculos (PT), matéria seca parte aérea (MsPa,) matéria seca tubérculos (MsT), em Cambissolo, em função de doses de boro, Lavras, MG, UFLA, 2002.

Causas de variação	G. L.	Quadrado médio		
		Prod.Tub.	MsPa	MsT
Blocos	2	1479,125	1,980	0,168
Doses	3	40108,486**	37,513**	9,940**
Cultivar	1	161212,041**	741,481**	1,269ns
Doses x cultivar	3	8082,930**	84,348**	6,679**
Resíduo	14	309,648	2,383	0,434
Total	23	-	-	-
CV(%)		9,088	3,303	4,55

** significativo 1% * significativo 5% ns não significativo

TABELA 3A Quadrados médios, níveis de significância, do teor amido, açúcares redutores (AcRedutor), e açúcares totais (Ac.Totais), em Latossolo Vermelho, em função de doses de boro, Lavras, MG, UFLA, 2002.

Causas de variação	G. L.	Quadrado médio		
		Amido	Ac Redutor.	Ac.Totais
Blocos	2	0,108	0,00008	0,00006
Doses	3	2,617 **	0,0050 **	0,0059 **
Cultivar	1	3,219 **	0,0170 **	0,00350 **
Doses x cultivar	3	0,928 **	0,0009 **	0,00219 **
Resíduo	14	0,0487	0,00003	0,00001 ns
Total	23	-	-	-
CV(%)		2,808	3,647	4,193

** significativo 1% * significativo 5% ns não significativo

TABELA 4A Quadrados médios, níveis de significância, do teor amido, açúcar redutores (Ac.Redutor), e açúcares totais (Ac.Totais), em Cambissolo, em função de doses de boro, Lavras, MG,UFLA, 2002.

Causas de variação	G. L.	Quadrado médio		
		Amido	Ac Redutor.	Ac.Totais
Blocos	2	0,066	0,00001	0,00002
Doses	3	0,2972ns	0,0012**	0,0006**
Cultivar	1	10,0491**	0,0092**	0,0080**
Doses x cultivar	3	1,8156**	0,0009**	0,0009**
Resíduo	14	ns	ns	Ns
Total	23	-	-	-
CV(%)		4,018	2,993	2,150
** significativo 1%		* significativo 5%		ns não significativo

TABELA 5A Quadrados médios e níveis de significância, teores de nutrientes na folha, N, P, K, Ca, em Latossolo Vermelho, em função de doses de boro, Lavras, MG,UFLA, 2002.

Causas de variação	G. L.	Quadrado médio			
		N	P	K	Ca
Blocos	2	0,0198	0,0002	0,0047	0,0109
Doses	3	0,0762ns	0,0057*	0,0054ns	0,0195**
Cultivar	1	0,0352ns	0,0010ns	0,0004ns	0,0022ns
Doses x cultivar	3	0,2640ns	0,0050*	0,0746**	0,0256**
Resíduo	14	0,07030	0,0011	0,0094	0,0026
Total	23	-	-	-	-
CV(%)		4,831	12,634	2,976	10,337
** significativo 1%		* significativo 5%		ns não significativo	

TABELA 6A Quadrados médios e níveis de significância, teores de nutrientes nas folhas, N, P, K, Ca, em Cambissolo, em função de doses de boro, Lavras, MG,UFLA, 2002.

Causas de variação	G. L.	Quadrado médio			
		N	P	K	Ca
Blocos	2	0,0370	0,0010	0,0660	0,0034
Doses	3	0,1130ns	0,0043ns	0,0270ns	0,0068ns
Cultivar	1	0,5551ns	0,1504**	0,0660ns	0,0066ns
Doses x cultivar	3	0,1558ns	0,0310ns	0,0130ns	0,0053ns
Resíduo	14	0,1372	0,0010	0,04300	0,0022
Total	23	-	-	-	-
CV(%)		6,059	7,505	6,032	13,136
** significativo 1%		* significativo 5%		ns não significativo	

TABELA 7A Quadrados médios e níveis de significância, teores de nutrientes nas folhas, Mg, S, B, Cu, em Latossolo Vermelho, em função de doses de boro, Lavras, MG, UFLA, 2002.

Causas de variação	G. L.	Quadrado médio			
		Mg	S	B	Cu
Blocos	2	0,00007	0,0021	1,9226	13,6871
Doses	3	0,00022ns	0,0043	873,8490**	16,5381
Cultivar	1	0,00303**	0,0009ns	314,5049**	15,4883ns
Doses x cultivar	3	0,00009ns	0,0024ns	40,1742	3,1241ns
Resíduo	14	0,00010	0,0011	9,9871	3,8203
Total	23	-	-	-	-
CV(%)		10,089	8,469	7,860	11,836

** significativo 1% * significativo 5% ns não significativo

TABELA 8A Quadrados médios e níveis de significância, teores de nutrientes nas folhas, Mg, S, B, Cu, em Cambissolo, em função de doses de boro, Lavras, MG, UFLA, 2002.

Causas de variação	G. L.	Quadrado médio			
		Mg	S	B	Cu
Blocos	2	0,00001	0,0003	8,269	9,823
Doses	3	0,00010ns	0,0058*	3472,888**	39,572**
Cultivar	1	0,00001ns	0,0020ns	28,518ns	21,697ns
Doses x cultivar	3	0,00001ns	0,0005ns	30,292ns	14,314ns
Resíduo	14	0,00010ns	0,0012	16,629	5,802
Total	23	-	-	-	-
CV(%)		8,560	6,970	7,368	13,554

** significativo 1% * significativo 5% ns não significativo

TABELA 9A Quadrados médios e níveis de significância, teores de nutrientes nas Folhas, Mn ; Zn e Fe em Latossolo Vermelho, em função de doses de boro, Lavras, MG, UFLA, 2002.

Causas de variação	G. L.	Quadrado médio		
		Mn	Zn	Fe
Blocos	2	10603,2291	13,7525	707,3764
Doses	3	12497,4652ns	329,7642ns	6789,6510**
Cultivar	1	375125,0104**	47,4885ns	5410,8018**
Doses x cultivar	3	22787,3090*	197,5135ns	681,4250ns
Resíduo	14	6122,1101	144,0197	417,4336
Total	23	-	-	-
CV(%)		17,547	15,547	12,626

** significativo 1% * significativo 5% ns não significativo

TABELA 10A Quadrados médios e níveis de significância, teores de nutrientes nas folhas, Mn, Zn, Fe, em Cambissolo, em função de doses de boro, Lavras, MG,UFLA, 2002.

Causas de variação	G. L.	Quadrado médio		
		Mn	Zn	Fe
Blocos	2	10252,748	367,309	121,047
Doses	3	54915,398ns	2349,281*	6652,401**
Cultivar	1	162649,502**	5232,705*	19757,091**
Doses x cultivar	3	2762,106ns	492,933ns	2901,529**
Resíduo	14	16782,672	599,328	336,980
Total	23	-	-	-
CV(%)		22,570	20,668	10,263
** significativo 1%		* significativo 5%	ns não significativo	

TABELA 11A Quadrados médios e níveis de significância, dos teores de nutrientes na parte aérea (folhas e ramos), N, P, K, Ca, em Latossolo Vermelho, em função de doses de boro, Lavras, MG,UFLA, 2002.

Causas de variação	G. L.	Quadrado médio			
		N	P	K	Ca
Blocos	2	0,0075	0,0229	0,0864	0,0140
Doses	3	0,1246ns	0,1068ns	0,0669ns	0,0044ns
Cultivar	1	0,0416ns	0,0337ns	0,2773*	1,5050**
Doses x cultivar	3	0,1346ns	0,0716ns	0,1541*	0,007ns
Resíduo	14	0,1106	0,0287ns	0,0394	0,0241
Total	23	-	-	-	-
CV(%)		9,720	71,59	5,621	12,774
** significativo 1%		* significativo 5%	ns não significativo		

TABELA 12A Quadrados médios e níveis de significância, dos teores de nutrientes na parte aérea (folhas e ramos), N, P, K, Ca, em Cambissolo, em função de doses de boro, Lavras, MG,UFLA, 2002.

Causas de variação	G. L.	Quadrado médio			
		N	P	K	Ca
Blocos	2	0,1176	0,0075	0,0760	0,0493
Doses	3	0,1873ns	0,0074ns	0,0465ns	0,0155ns
Cultivar	1	0,4902ns	0,0009ns	0,0005ns	0,9801**
Doses x cultivar	3	0,1623ns	0,0065ns	0,1314*	0,0110ns
Resíduo	14	0,1354	0,0003	0,0350	0,0217
Total	23	-	-	-	-
CV(%)		10,077	11,868	5,201	20,694
** significativo 1%		* significativo 5%	ns não significativo		

TABELA 13A Quadrados médios e níveis de significância, teores de nutrientes na parte aérea (folhas e ramos), Mg, S, B, Cu, em Latossolo Vermelho, em função de doses de boro, Lavras, MG, UFLA, 2002.

Causas de variação	G. L.	Quadrado médio			
		Mg	S	B	Cu
Blocos	2	0,0004	0,0024	7,973	0,411
Doses	3	0,0003ns	0,0012ns	683,861**	7,275ns
Cultivar	1	0,0293**	0,0007ns	536,571**	20,038*
Doses x cultivar	3	0,0003ns	0,0003ns	31,098*	5,973ns
Resíduo	14	0,0020	0,0001ns	6,504	2,325
Total	23	-	-	-	-
CV(%)		14,926	10,67	6,162	22,199

** significativo 1% * significativo 5% ns não significativo

TABELA 14A Quadrados médios e níveis de significância, teores de nutrientes na parte aérea (folhas e ramos), Mg, S, B, Cu, em Cambissolo, em função de doses de boro, Lavras, MG, UFLA, 2002.

Causas de variação	G. L.	Quadrado médio			
		Mg	S	B	Cu
Blocos	2	0,0006	0,0004	48,503	7,138
Doses	3	0,0006ns	0,0013ns	1040,114**	2,995ns
Cultivar	1	0,0468**	0,0063*	135,469**	37,325**
Doses x cultivar	3	0,0009ns	0,0054ns	26,892ns	5,574ns
Resíduo	14	0,0006ns	0,0012	13,779	2,501
Total	23	-	-	-	-
CV(%)		12,288	8,576	8,549	19,821

** significativo 1% * significativo 5% ns não significativo

TABELA 15A Quadrados médios e níveis de significância, teores de nutrientes na parte aérea (folhas e ramos), Mn, Zn, Fe, em Latossolo Vermelho, em função de doses de boro, Lavras, MG, UFLA, 2002.

Causas de variação	G. L.	Quadrado médio		
		Mn	Zn	Fe
Blocos	2	1514,009	8,929	1332,405
Doses	3	14995,191ns	27,115ns	3154,964ns
Cultivar	1	135623,243**	950,417*	12598,681**
Doses x cultivar	3	5159,490ns	184,232ns	1588,134ns
Resíduo	14	6180,709	202,789	1044,216
Total	23	-	-	-
CV(%)		21,988	21,639	20,010

** significativo 1% * significativo 5% ns não significativo

TABELA 16A Quadrados médios e níveis de significância, teores de nutrientes na parte aérea(folhas e ramos), Mn, Zn, Fe, em Cambissolo, em função de doses de boro, Lavras, MG,UFLA, 2002.

Causas de variação	G. L.	Quadrado médio		
		Mn	Zn	Fe
Blocos	2	592,437	27,181	13,4130
Doses	3	9516,687ns	322,346ns	9064,972**
Cultivar	1	415408,593**	6279,467**	1868,082**
Doses x cultivar	3	3584,197ns	1084,980**	2315,748**
Resíduo	14	2998,339	152,335	214,106
Total	23	-	-	-
CV(%)	-	14,386	13,282	10,674
** significativo 1%		* significativo 5%	ns não significativo	

TABELA 17A Quadrados médios e níveis de significância, teores de boro acumulado na Folha (B Ac folha) na Parte aérea (B Ac Pa) da batateira, em Latossolo Vermelho e Cambissolo, em função de doses de boro, Lavras, MG,UFLA, 2002.

Causas de variação	G.L.	Quadrado médio			
		Latossolo Vermelho		Cambissolo	
		B Ac folha	B Ac Pa	B Ac folha	B Ac Pa
Blocos	2	0,054	0,068	0,062	0,148
Doses	3	1,688**	1,276**	8,213**	2,744**
Cultivar	1	1,037**	0,707**	3,060**	0,410**
Doses x Cultivar	3	0,052ns	0,022ns	0,411**	0,062ns
Resíduo	14	0,033	0,052	0,063	0,025
Total	23	-	-	-	-
CV(%)	-	10,440	12,756	9,726	7,832
** significativo 1%		* significativo 5%	ns não significativo		

TABELA 18A Quadrados médios, níveis de significância do desdobramento da interação doses e cultivares da produção de tubérculos (Prod T), matéria seca parte aérea (Ms Pa), matéria seca dos tubérculos (Ms T) amido, açúcares redutores (Ac R) e açúcares totais(Ac T), em função de doses de B. em Latossolo Vermelho, Lavras, MG,UFLA, 2002.

C. variação	G.L.	Quadrado médio				
		Prod T	Ms Pa	Amido	Ac R	Ac T
B: Asterix (3)		-	-	-	-	-
Linear	1	37525,952**	45,556**	0,201ns	0,0147**	0,0214**
Quadrática	1	18455,411*	9,108ns	5,028**	0,0005**	0,0001ns
Desvios	1	ns	Ns	2,800*	ns	0,0012**
B: Monalisa (3)		-	-	-	-	-
Linear	1	712,402ns	125,023**	0,009ns	0,0020**	0,0014**
Quadrática	1	93146,320**	77,2282**	2,234**	0,0004**	0,0001ns
Desvios	1	33160,193**	Ns	0,2598*	ns	ns
Resíduo	14	4092,160	4,448	0,048	0,00001	0,00001
** significativo 1%		* significativo 5%	ns não significativo			

TABELA 19A Quadrados médios, níveis de significância do desdobramento da interação doses x cultivar produção de tubérculos (Prod T), matéria seca parte aérea(Ms Pa), matéria seca dos tubérculos (Ms T) em função de doses de B, em Cambissolo, Lavras, MG 2002.

C. de variação	G. L.	Quadrado médio		
		Prod. T	Ms Pa	Ms T
B: Asterix	(3)	-	-	-
Linear	1	57143,335**	5,057ns	0,056ns
Quadrática	1	25972,502**	98,118**	0,001ns
Desvio	1	8491,745**	ns	ns
B: Monalisa	(3)	-	-	-
Linear	1	800,952ns	123,890**	37,590**
Quadrática	1	27896,320**	2,112ns	0,885ns
Desvio	1	24269,393**	129,043**	ns
Resíduo	14	309,648	2,383	0,434

** significativo 1% * significativo 5% ns não significativo

TABELA 20A Quadrados médios, níveis de significância do desdobramento da interação doses x cultivar, teores de amido, açúcares redutores (Ac R), açúcares totais (Ac T) em tubérculos de batata, em Cambissolo, em função de doses de boro, Lavras, MG,UFLA, 2002.

C. de variação	G. L.	Quadrado médio		
		Amido	Ac R	Ac T
B: Asterix	(3)	-	-	-
Linear	1	1,1734**	0,0006**	0,00380**
Quadrática	1	0,0026ns	0,0002*	0,00010*
Desvio	1	0,0683ns	ns	ns
B: Monalisa	(3)	-	-	-
Linear	1	4,4085**	0,0021**	0,00001ns
Quadrática	1	0,6560*	0,0032**	0,00030**
Desvio	1	ns	ns	ns
Resíduo	14	1,207	0,00003	0,000001

** significativo 1% * significativo 5% ns não significativo

TABELA 21A Quadrados médios, níveis de significância do desdobramento da interação doses e cultivares nos teores foliares da batateira: P, K, Ca, B, Mn em Latossolo Vermelho e Fe, em Cambissolo, em função de doses de boro, Lavras, MG, UFLA, 2002.

Causas de variação	G.L	Quadrado médio					
		Latossolo Vermelho					Cambissolo
		P	K	Ca	B	Mn	Fe
B: Asterix (3)		-	-	-	-	-	-
Linear	1	0,0033ns	0,0671*	0,0001ns	1088,907**	2550,643ns	15496,353**
Quadrática	1	0,0001ns	0,0763*	0,0024ns	546,158**	9129,630ns	3386,042**
Desvio	1	ns	ns	ns	165,898**	ns	ns
B: Monalisa (3)		-	-	-	-	-	-
Linear	1	0,0136**	0,0426*	0,1156**	490,471**	68819,200**	4853,363**
Quadrática	1	0,033ns	0,0259ns	0,0011ns	168,499**	2657,281ns	37003,336**
Desvio	1	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Resíduo	14	0,0011	0,0094	0,0026	9,987	6122,110	336,980

** significativo 1% * significativo 5% ns não significativo

TABELA 22A Quadrados médios, níveis de significância do desdobramento da interação doses x cultivar nos teores da parte aérea da batateira : K, B, em Latossolo Vermelho, K, S, Zn, e Fe, em Cambissolo, em função de doses de boro, Lavras, MG, UFLA, 2002.

C. de variação	G. L.	Quadrado médio					
		Latossolo Vermelho		Cambissolo			
		K	B	K	S	Zn	Fe
B: Asterix (3)		-	-	-	-	-	-
Linear	1	0,105ns	1069,256**	0,008ns	0,0070*	810,564*	3365,832**
Quadrática	1	0,045ns	239,241**	0,144ns	0,0080*	49,496ns	472,159*
Desvio	1	ns	ns	ns	ns	ns	ns
B: Monalisa (3)		-	-	-	-	-	-
Linear	1	0,187*	773,082**	0,236*	0,0018ns	1851,444**	29208,515**
Quadrática	1	0,053ns	10,590ns	0,004ns	0,0009ns	888,825*	177,344ns
Desvio	1	ns	43,949ns	ns	ns	ns	ns
Resíduo	14	0,039	6,504	0,035	0,0012	152,335	214,106

** significativo 1% * significativo 5% ns não significativo

TABELA 23A Quadrados médios, níveis de significância do desdobramento da interação doses x cultivar nos teores da parte aérea da batateira, acúmulo de B nas folhas (Bac folha) em Cambissolo em função de doses de boro, Lavras, MG, UFLA , 2002.

Causas de variação	G.L.	Quadrado médio
		B Ac folha
B: Asterix	(3)	
Linear	1	7,695**
Quadrática	1	1,881**
Desvio	1	ns
B: Monalisa	(3)	-
Linear	1	15,845**
Quadrática	1	0,218ns
Desvio	1	ns
Resíduo	14	0,063
** significativo 1%		* significativo 5%
		ns não significativo