

## Productivity and establishment of DRIS indices for tubers of the potato cultivar 'Agata'<sup>1</sup>

### Produtividade e estabelecimento de índices DRIS para tubérculos de batata cultivar Ágata

Angélica Araújo Queiroz<sup>2\*</sup>, José Magno Queiroz Luz<sup>3</sup>, Roberta Camargos de Oliveira<sup>4</sup> e Felipe Campos Figueiredo<sup>5</sup>

**ABSTRACT** - In crops that are very demanding of nutrition, such as the potato, it is important to know the dynamics between nutrients, thereby ensuring high yields. In this context, the objective of this work was to evaluate tuber yield in the potato cultivar 'Agata' when subjected to different levels of fertilisation, and by means of the productivity and leaf analysis, to establish indices for the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). Three experiments were carried out [nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K)] in São Gotardo and Itajubá in the state of Minas Gerais, Brazil. The dosages tested were 0, 70, 140, 210 and 240 kg N ha<sup>-1</sup>, 0, 150, 300, 450 and 600 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> and 0, 200, 400, 600 and 800 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. At 30 days after planting (DAP), leaves from each plot were sampled for analysis. At the end of the experiments the tubers were harvested and the productivity of the useable area of the plots was calculated. DRIS allows the sequence of nutrient limitations in potato crops to be known, allowing adjustment of the ratios between nutrients throughout the crop cycles in the area and optimising the management of fertilisation. Rates of 0 to 450 kg K<sub>2</sub>O combined with 140 kg N and 400 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> reflected in higher yields due to the better dynamics between the nutrients in the soil solution, and consequently better absorption and development. However, the results should be evaluated bearing in mind the reality of the location, because the balance between nutrients also depends on the type of soil, the cultivar, the climatic conditions and the level of technology of the producer.

**Key words:** *Solanum tuberosum* L.. Mineral nutrition. Foliar analysis.

**RESUMO** - Em culturas muito exigentes em nutrição, como a batata, é importante conhecer a dinâmica entre os nutrientes, garantindo, assim, altos rendimentos. Nesse contexto, objetiva-se com este trabalho avaliar a produtividade de tubérculos de batata cultivar Ágata submetida a níveis de adubação e a partir das produtividades e análise foliar estabelecer índices do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS). Foram conduzidos três experimentos [nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K)] em São Gotardo e Itajubá em MG. As doses testadas foram: 0; 70; 140; 210 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de N; 0; 150; 300; 450 e 600 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 0; 200; 400; 600 e 800 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Aos 30 DAP, foram amostradas folhas de cada parcela para análise foliar. Ao final dos experimentos os tubérculos foram colhidos e calculada a produtividade da área útil das parcelas. O DRIS permite conhecer a ordem de limitações dos nutrientes nas lavouras de batata, possibilitando a adequação das relações entre os nutrientes ao longo dos ciclos de cultivo na área, o que otimiza o manejo da adubação. Doses de 0 a 450 kg de K<sub>2</sub>O associadas a 140 kg de N e 400 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> refletiram em maiores produtividades devido a melhor dinâmica entre os nutrientes na solução do solo e consequentemente absorção e desenvolvimento. Contudo, os resultados devem ser avaliados segundo a realidade do local de cultivo, pois o balanço entre os nutrientes depende também do tipo de solo, cultivar, condições climáticas e nível tecnológico do produtor.

**Palavras-chave:** *Solanum tuberosum* L.. Nutrição mineral. Diagnose foliar.

\* Autor para correspondência

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 10/04/2012; aprovado em 26/12/2013

Parte da Tese de Doutorado da primeira autora, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal de Uberlândia/UFU

<sup>2</sup>Instituto Federal do Triângulo Mineiro, Campus Uberlândia, Uberlândia-MG, Brasil, 38.400-974, angelica@iftm.edu.br

<sup>3</sup>Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Campus Umuarama, Uberlândia-MG, Brasil, 38.408-100, jmagno@umuarama.ufu.br

<sup>4</sup>Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Campus Umuarama, Uberlândia-MG, Brasil, 38408-100, robertacamargos@gmail.com

<sup>5</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Muzambinho- MG, Brasil, 37890-000, felipe@eafmuz.gov.br

## INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma importante fonte de alimento, fornecendo proteínas, carboidratos, fibras, vitaminas e nutrientes (BRAUN *et al.*, 2011). Com produção de 320 milhões de toneladas por ano em uma área de 19,3 milhões de hectares é considerada uma opção potencial para acabar com a fome no mundo (AGRIANUAL, 2011).

White *et al.* (2009) relataram que uma amostra de 200 g de tubérculo fresco é suficiente para fornecer valores diários de referência alimentar de Cu, K, P, Fe, Zn, Mg e Mn, o que o torna um produto de alta qualidade para a alimentação humana.

A cultura da batata é muito exigente em nutrição refletindo na aplicação de doses elevadas de fertilizantes, o que pode gerar redução na qualidade dos tubérculos, além de onerar o custo de produção (CARDOSO *et al.*, 2007). Logo, é importante ressaltar que doses adequadas de fertilizantes permitem um equilíbrio entre os nutrientes no solo e na planta culminando em elevadas produções.

As atuais indicações de adubação para a cultura da batata estão baseadas unicamente na análise de solo (COGO *et al.*, 2006), porém de acordo com Malavolta (2006) a identificação da quantidade de nutrientes a ser adicionada ao solo deve ser feita pela avaliação da fertilidade do solo e complementada com análise foliar. A análise mineral da folha é importante, pois a folha é o reflexo da absorção dos nutrientes disponíveis nos solos.

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

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) é considerado uma ferramenta promissora para a identificação de limitações nutricionais que não são suficientemente diagnosticadas pelas análises de solos, como macro e micronutrientes (NZIGUHEBA *et al.*, 2009).

O cálculo dos índices DRIS tem a vantagem de possibilitar um ordenamento de nutrientes, desde os mais limitantes até os excessivos. Ao contrário dos critérios de nível crítico e de faixa de suficiência, onde os padrões de referência são estabelecidos em experimentos de adubação, o DRIS usa como padrão nutricional, uma população de referência estabelecida com base em plantas de alta produtividade onde a nutrição é equilibrada (BEAUFILS, 1973).

O sistema DRIS permite modelar a resposta biológica das culturas às variações na disponibilidade dos nutrientes (WADT *et al.*, 2007). O DRIS, não indica qual nutriente está em deficiência ou em concentração de toxidez, mas qual nutriente é o mais limitante e a ordem de limitação dos nutrientes (FAQUIN, 2002). Assim, apresentam as vantagens da escala de interpretação do método ser contínua, os nutrientes serem ordenados dos mais limitantes aos mais excessivos e a indicação de casos nos quais a produção está sendo limitada devido a um desequilíbrio nutricional (BALDOCK; SCHULTE, 1996).

Assim, objetivou-se avaliar a produtividade de tubérculos de batata cultivar Ágata submetida a diferentes níveis de adubação e, baseado nessas produtividades estabelecer índices do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) da cultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nos municípios de São Gotardo e Itajubá, em Minas Gerais, utilizando batata cultivar Ágata. Em São Gotardo - 19°18'39" S 46°02'56" O, o plantio foi realizado em área cedida pela COOPADAP, (Cooperativa do Alto Paranaíba), instalado em 21 de janeiro e colhido em 22 de abril de 2009. Em Itajubá- 22°25'33" S 45°27'10" O, o plantio foi realizado em área cedida por produtor da região, instalada em 13 de agosto e colhida em 05 de dezembro de 2010, os experimentos foram instalados nestes locais, por serem as principais regiões produtoras de tubérculos de batata no estado de Minas Gerais.

Os solos das áreas cultivadas é o Latossolos vermelho-amarelo distrófico (LVAd) com textura argilosa. A análise química do solo nas duas localidades estudadas foi realizada antes do plantio, segundo método descrito pela EMBRAPA (1999). Os valores encontrados para São Gotardo e Itajubá foram respectivamente: P = 25 mg dm<sup>-3</sup>; K = 0,29 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, pH = 5,0; Ca<sup>2+</sup> = 4,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 0,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Al<sup>+3</sup> = 0,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, T = 10,93 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB = 5,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e P = 164 mg dm<sup>-3</sup>; K = 0,44 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, pH = 5,6; Ca<sup>2+</sup> = 3,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 0,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Al<sup>+3</sup> = 0,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, T = 7,34 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB = 3,94 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>.

Foram conduzidos simultaneamente três experimentos, sendo um para cada nutriente (N, P e K). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com cinco doses e quatro repetições, totalizando 20 parcelas para cada nutriente estudado.

Cada parcela era constituída por seis linhas, espaçadas em 0,75 cm entre linhas e 0,20 cm entre plantas,

com seis metros de comprimento, totalizando 27 m<sup>2</sup> de área total por parcela. As avaliações foram realizadas nas duas linhas centrais, que compreendiam a área útil da parcela, com 7,5 m<sup>2</sup>.

As cinco doses testadas dos nutrientes foram: 0; 70; 140; 210 e 280 kg ha<sup>-1</sup> de N, 0; 200; 400; 600 e 800 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 0; 150; 300; 450 e 600 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Em cada experimento foi utilizada a dose padrão dos nutrientes N, P e K, fixada em 140 kg ha<sup>-1</sup> de N, 400 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O de acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade dos Solos de Minas Gerais (CFSEMG, 1999).

As fontes de N, P e K utilizadas foram: fonte de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), na forma de super fosfato simples, com 17% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; fonte de nitrogênio (N), na forma de Uréia com 43% de N, e fonte de potássio (K), na forma de cloreto de potássio, com 57% de K<sub>2</sub>O.

A calagem foi efetuada de acordo com os resultados das análises de solos e recomendadas de acordo com a CFSEMG (1999) utilizando o calcário dolomítico (MgO = 16%, CaO = 33%, PRNT = 85%).

Após o preparo do solo (aração, gradagem e abertura dos sulcos), as doses estudadas de cada nutriente (N, P e K) foram misturadas com 30 kg ha<sup>-1</sup> de uma fonte de micronutrientes (2,7% de Ca (cálcio), 8,2% de S (enxofre), 12% de Zn (zinco) e 6% de B (boro)), e adicionadas manualmente ao sulco de plantio, sendo incorporadas com auxílio de enxada. Posteriormente a batata-semente da cultivar Ágata tipo I (tubérculos com diâmetro de cinquenta a sessenta milímetros) foi distribuída, também de forma manual, no sulco de plantio. Antes de fechar os sulcos foi realizada aplicação de produtos fitossanitários para proteção inicial dos tubérculos contra agentes patogênicos e insetos.

As doses de N foram parceladas, sendo 20% da dose aplicadas no sulco no momento do plantio e 80% da dose aplicadas em cobertura, no momento da amontoa aos 30 dias após o plantio (DAP).

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

O tratamento fitossanitário realizado durante todo o desenvolvimento da cultura foi baseado no monitoramento de pragas e doenças, sendo os mesmos usados na lavoura comercial. Os produtos utilizados para controle de pragas, doenças e plantas infestantes são registrados para a cultura da batata e foram aplicados nas doses recomendadas.

Trinta dias após o plantio (DAP) foi realizada a amostragem de folhas, onde vinte folhas completas (limbo+pecíolo), do terceiro trifólio completamente desenvolvido segundo o preconizado por CFSEMG (1999), foram coletadas por parcela. As folhas foram acondicionadas em sacos de papel e encaminhadas ao laboratório de análise. As amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar (65 °C ± 5 °C), e após a secagem, foram moídas e submetidas à determinação química dos nutrientes, conforme metodologia proposta pela EMBRAPA (1999). Foram avaliados os teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco.

Ao final do ciclo da cultura, cerca de noventa DAP, os tubérculos da área útil das parcelas foram colhidos e pesados e os valores então extrapolados para kg ha<sup>-1</sup>, obtendo assim a produtividade.

Os cálculos para o estabelecimento das normas do Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) foram baseados em populações de alta produtividade (ou população de referência) e de baixa produtividade. As populações de referência foram estabelecidas como sendo os tratamentos cujas produtividades foram superiores a 50,0 t ha<sup>-1</sup> para os experimentos de São Gotardo e 25 t ha<sup>-1</sup> para os experimentos de Itajubá.

As planilhas de produtividade dos experimentos, bem como os índices DRIS e o Balanço Nutricional (IBN) foram obtidos utilizando-se o software Excel (*Microsoft*) e os cálculos propostos pelo método original proposto por Beaufils (1973) (Equações 1; 2; 3 e 4).

$$\text{se: } \frac{Y}{X_a} < \frac{Y}{X_n}$$

$$\text{então: } \int \left( \frac{X}{Y} \right) = \left[ 1 - \left( \frac{Y}{X_n} / \frac{Y}{X_a} \right) \right] \times \left( 100 \times \frac{k}{CV} \right) \quad (1)$$

$$\text{se: } \frac{Y}{X_a} = \frac{Y}{X_n}$$

$$\text{então: } \int \left( \frac{X}{Y} \right) = 0 (\text{zero}) \quad (2)$$

$$\text{se: } \frac{Y}{X_a} \geq \frac{Y}{X_n}$$

$$\text{então: } \int \left( \frac{X}{Y} \right) = \left[ \left( \frac{Y}{X_a} / \frac{Y}{X_n} \right) - 1 \right] \times \left( 100 \times \frac{k}{CV} \right) \quad (3)$$

onde:  $\int (Y/X)$  = função calculada da relação nutrientes Y e X;  $Y/X_a$  = relação de nutrientes da amostra;  $Y/X_n$  = relação

de nutrientes da norma;  $s$  = desvio padrão da relação  $Y/X_n$ ;  $CV$  = coeficiente de variação (%) da relação  $Y/X_n$ ;  $k$  = constante de sensibilidade.

$$I_y = \frac{\sum_{i=1}^m f(Y/X_i) - \sum_{j=1}^m f(X_j/Y)}{m+n} \quad (4)$$

onde:  $I_y$ : índice DRIS para o nutriente  $Y$ ;  $Y$ : nutriente para cálculo do índice;  $X$ : outro nutriente;  $m$ : número de funções cujo nutriente  $Y$  encontra-se no denominador da função;  $n$ : número de funções cujo nutriente  $Y$  encontra-se no numerador da função.

Com a fórmula do DRIS, calcularam-se os índices relativos para os nutrientes, os quais foram negativos, positivos ou iguais a zero. Os índices negativos e positivos indicam deficiência e excesso, respectivamente, sendo que os valores próximos a zero são indicativos de teores adequados. Após o cálculo do índice de cada nutriente, foi estabelecido o índice de balanço nutricional (IBN) de acordo com método original proposto por Beaufils (1973).

$$IBN = [\text{índice A}] + [\text{índice B}] + K + [\text{índice N}] \quad (5)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 1 os teores foliares médios dos grupos de populações com alta e baixa produtividade, dos experimentos instalados em São Gotardo e Itajubá-MG.

Os índices DRIS e os IBN's para a lavoura instalada em São Gotardo estão apresentados nas Tabelas 2 e 3. De acordo com Baldock e Schulte (1996) o índice DRIS quando negativo indica que o nutriente

está abaixo do nível ótimo; e quando positivo, indica que o nutriente está acima do nível ótimo. Logo, valores negativos, indicam deficiências, ao passo que valores positivos, indicam excesso de nutrientes, em relação aos demais.

Pode-se analisar que entre os macronutrientes, houve uma variação entre índices positivos e negativos, sendo que o tratamento, 0 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, foi o que apresentou a maior produtividade de tubérculos e apenas Ca, Mg e S apresentaram índices DRIS positivos. Provavelmente, os resultados obtidos na ausência de adubação potássica possa ser devido aos teores de K encontrados no solo no plantio, cerca de 113,1 e 163,8 mg dm<sup>-3</sup> para São Gotardo e Itajubá, respectivamente, serem suficientes para satisfazer as condições necessárias para a produtividade de tubérculos. Cardoso (2007) também não encontrou resultado significativo para produtividade média de tubérculos com o aumento das doses de K utilizadas na adubação de tubérculos de batata. Assim, mesmo considerando-se uma expectativa de alta produtividade, a adubação potássica pode ser desnecessária, quando o teor inicial de K trocável do solo é elevado.

A ausência da aplicação de K, levou a absorção dos nutrientes disponíveis no solo, notadamente o Mg foi absorvido em maior quantidade pois o K estava presente em menores quantidades, refletindo no maior índice de excesso e deficiência: 3,3 e -3,4, para Mg e K, respectivamente (Tabela 2). A produtividade não foi afetada possivelmente pela compensação do teor de Mg contido nas folhas. Apesar deste nutriente não desempenhar as funções importantes do K, participa da constituição da clorofila e tem papel estrutural nas paredes celulares, auxiliando na sustentação e estabilidade dos tecidos vegetais (KERBAUY, 2004).

**Tabela 1** - Teores foliares médios e produtividade da população de alta produtividade e de baixa produtividade de batata da cultivar Ágata, em São Gotardo e Itajubá

| Produtividade                                 | N                             | P  | K   | Ca  | Mg | S  | B                              | Cu   | Fe    | Mn    | Zn    |
|---|-------------------------------|----|-----|-----|----|----|--------------------------------|------|-------|-------|-------|
|   | -----g kg <sup>-1</sup> ----- |    |     |     |    |    | -----mg kg <sup>-1</sup> ----- |      |       |       |       |
| Acima de 50 t ha <sup>-1</sup> (São Gotardo)  |                               |    |     |     |    |    |                                |      |       |       |       |
| 52.092  | 420                           | 23 | 475 | 153 | 48 | 29 | 21,3                           | 18,5 | 176,0 | 227,3 | 354,3 |
| Acima de 25 t ha <sup>-1</sup> (Itajubá)      |                               |    |     |     |    |    |                                |      |       |       |       |
| 28.000  | 464                           | 28 | 407 | 206 | 34 | 31 | 17,6                           | 18,6 | 369,5 | 639,8 | 117,8 |
| Abaixo de 50 t ha <sup>-1</sup> (São Gotardo) |                               |    |     |     |    |    |                                |      |       |       |       |
| 43.599  | 435                           | 25 | 483 | 149 | 47 | 29 | 22,1                           | 15,7 | 171,8 | 217,8 | 383,5 |
| Abaixo de 25 t ha <sup>-1</sup> (Itajubá)     |                               |    |     |     |    |    |                                |      |       |       |       |
| 21.000  | 469                           | 26 | 411 | 192 | 31 | 29 | 16,8                           | 19,3 | 348,6 | 637,7 | 127,4 |

Exceto a dose máxima (600 kg de K<sub>2</sub>O), todas as aplicações de K refletiram em altas produtividades, o que revelou que a produtividade é afetada não só pela dose de K aplicada, como também, a quantidade de todos os demais nutrientes presentes no solo, pois os elementos reagem entre si e competem com os nutrientes adicionados em função do efeito de concentração gerado (NOVAIS *et al.*, 2007).

Logo, as altas produtividades observadas independente da quantidade de K, estão relacionadas ao melhor equilíbrio de N e P, uma vez que as formas absorvidas dos dois nutrientes são aniônicas e o desbalanço entre eles favorece um em detrimento do outro, interferindo negativamente no desenvolvimento e em consequência na produtividade (Tabela 2).

De acordo com Partelli, Vieira e Costa (2005) o IBN, possibilita verificar o equilíbrio nutricional das plantas, indicando, que quanto menor seu valor, menor é o desequilíbrio nutricional da lavoura. Assim, observou-se que está envolvida uma complexa interação entre a quantidade de cada nutriente aplicado e os diversos processos que ocorrem no solo e nas plantas, os quais dependem de vários fatores bióticos e abióticos, inferindo nos teores de nutrientes encontrados nas análises foliares.

Verificou-se ainda, que os índices DRIS variaram entre os tratamentos testados, indicando a influência de doses de nutrientes na dinâmica nutricional e, conseqüentemente, na produtividade da cultura.

Os tratamentos que obtiveram médias agrupadas na população de alta produtividade (> 50 t ha<sup>-1</sup> de tubérculos) em São Gotardo, foram os tratamentos que receberam no sulco de plantio as doses de 0; 450; 300 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Tabela 2).

Os índices DRIS encontrados para o grupo de alta produtividade foram menores que os encontrados no grupo de baixa produtividade, assim como os IBN's, indicando que possivelmente, o K estaria refletindo em um equilíbrio nutricional maior, o que se observou na dose de 150 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, que apresentou o menor IBN, mesmo sendo uma dose abaixo da recomendada (300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) para a cultura de acordo com CFMSG (1999). Concordando com dados encontrados por Pauletti e Menarin (2004), que avaliando fontes de K, verificaram que a produtividade de tubérculos grandes (> 42 mm), diminuiu com a aplicação de cloreto de potássio em altas doses, o que pode levar a um desequilíbrio nutricional na planta, pela adição de K e do Cl, que exercem alterações consideráveis no balanço ósmótico das células.

**Tabela 2** - Índices DRIS para macronutrientes em lavouras de alta produtividade (> 50 t ha<sup>-1</sup>) e baixa produtividade (< 50 t ha<sup>-1</sup>) de batata da cultivar Ágata, em São Gotardo

| -----Doses-----                                |                               |                  | Produtividade<br>kg ha <sup>-1</sup> | N     | P    | K    | Ca   | Mg    | S    | IBN   |
|--|-------------------------------|------------------|--------------------------------------|-------|------|------|------|-------|------|-------|
| N  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |                                      |       |      |      |      |       |      |       |
| Índices DRIS para grupo de alta produtividade  |                               |                  |                                      |       |      |      |      |       |      |       |
| 140  | 400                           | 0                | 53.027                               | -0,7  | -2,1 | -3,4 | 1,9  | 3,3   | 0,1  | 18,5  |
| 140  | 400                           | 450              | 52.790                               | 0,6   | 0,6  | 1,5  | 0,1  | -1,1  | 0,4  | 8,6   |
| 140  | 400                           | 300              | 51.667                               | 0,0   | 1,6  | 1,0  | -1,2 | -1,5  | 1,1  | 11,16 |
| 140  | 400                           | 150              | 50.883                               | 0,1   | -0,5 | 0,4  | -0,4 | 0,1   | -1,7 | 7,65  |
| Índices DRIS para grupo de baixa produtividade |                               |                  |                                      |       |      |      |      |       |      |       |
| 140  | 800                           | 300              | 50.257                               | 9,3   | 3,5  | 3,0  | 2,2  | 8,3   | 1,4  | 72,76 |
| 140  | 400                           | 300              | 48.403                               | 5,7   | 2,5  | 0,8  | 0,7  | 4,0   | 0,4  | 39,22 |
| 280  | 400                           | 300              | 47.750                               | 1,7   | 2,3  | -0,6 | 0,2  | 6,3   | -1,2 | 28,04 |
| 140  | 600                           | 300              | 45.903                               | 7,7   | 3,9  | 2,8  | 2,3  | 5,0   | 3,0  | 65,16 |
| 140  | 400                           | 600              | 45.673                               | -0,5  | 0,4  | -1,0 | -1,0 | -0,4  | -2,1 | 9,95  |
| 210  | 400                           | 300              | 45.590                               | 2,5   | 3,0  | 0,4  | 0,8  | 8,0   | 2,9  | 43,64 |
| 70   | 400                           | 300              | 44.477                               | -1,3  | 0,9  | 0,4  | -0,7 | -6,6  | 0,3  | 24,84 |
| 140  | 400                           | 300              | 44.383                               | 0,3   | -0,1 | 0,7  | 0,5  | 2,7   | 4,2  | 18,00 |
| 140  | 200                           | 300              | 42.003                               | 1,0   | 3,3  | -0,8 | -0,4 | 1,0   | -1,2 | 13,71 |
| 140  | 0                             | 300              | 34.257                               | -0,8  | 4,4  | -1,7 | 0,4  | 3,9   | -2,8 | 30,11 |
| 0  | 400                           | 300              | 30.897                               | -14,0 | -2,2 | -1,0 | 0,9  | -15,1 | 1,1  | 69,92 |

Índices DRIS menores, próximos a zero, tendem ao equilíbrio o que reflete diretamente na produtividade (Tabela 2).

Segundo Reis Junior e Monnerat (2003) a relação entre produtividade e conteúdo foliar de nutrientes, é uma premissa para utilizar a análise foliar como critério de diagnose, e a relação entre a concentração de nutrientes e os índices DRIS pode ser um critério para validar a norma DRIS. Ainda de acordo com Reis Junior e Monnerat (2003) se existe uma relação entre a concentração de nutrientes e os índices DRIS, os índices DRIS podem ser usados para a diagnose nutricional.

De acordo com White *et al.* (2009), os teores dos nutrientes presentes nos tubérculos e folhas são influenciados por fatores ambientais e genéticos e White e Broadley (2005) relataram que estas diferenças são, provavelmente, consequência de diferentes práticas de adubação e irrigação, uma vez que a primeira fornece os nutrientes e o segundo auxilia na sua absorção, visto que a maior parcela dos nutrientes são absorvidos junto com a água por fluxo em massa.

Dentro do grupo de baixa produtividade, a menor produtividade foi observada no tratamento sem adubação nitrogenada (0 kg ha<sup>-1</sup> de N), que apresentou IBN de 69,92, sendo o Mg o nutriente com maior limitação, com

índice DRIS de -15,1 (Tabelas 2 e 3). Segundo Braun *et al.* (2011) a fertilização nitrogenada na cultura da batata favorece o crescimento vegetativo e, conseqüentemente, a melhor expressão do potencial produtivo da cultura, desde que a quantidade de N fornecida não seja muito elevada

Ainda nesse grupo, o segundo nutriente mais limitante foi o N, com índice DRIS de -14,0. É importante lembrar que, a aplicação adequada do nutriente mais limitante (Mg) não significa que o N passará a ser o nutriente mais limitante, pois as relações entre os nutrientes podem ser alteradas. A adição de qualquer nutriente, influencia nas combinações e reações entre todos os nutrientes na solução do solo, o que interfere na absorção radicular e reflete no teor foliar.

Com relação aos micronutrientes, o elemento que esteve mais limitante no grupo de populações com alta produtividade foi o Zn (-2,1), e em excesso destacou-se o Cu, ambos, cátions bivalentes que competem pelos sítios de absorção do sistema radicular. No grupo de baixa produtividade, o elemento Cu foi o que apresentou índice de deficiência mais pronunciado (-29,7) (Tabela 3).

Em vários estudos, com diversas espécies, encontram-se valores de IBN baixo, indicando equilíbrio nutricional, porém não se referem aos tratamentos com maior produtividade. De acordo com

**Tabela 3** - Índices DRIS para micronutrientes em lavouras de alta produtividade (> 50 t ha<sup>-1</sup>) e baixa produtividade (< 50 t ha<sup>-1</sup>) e IBN de batata da cultivar Ágata, em São Gotardo

| Doses  |                               |                  | Produtividade       | B   | Cu    | Fe    | Mn   | Zn   | IBN   |
|--|-------------------------------|------------------|---------------------|---|-------|-------|------|------|-------|
| N  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | kg ha <sup>-1</sup> | Índices DRIS para grupo de alta produtividade |       |       |      |      |       |
| 140  | 400                           | 0                | 53.027              | -2,0  | 3,2   | -0,3  | 0,8  | -0,7 | 18,5  |
| 140  | 400                           | 450              | 52.790              | 0,3   | 0,0   | 0,9   | -1,0 | -2,1 | 8,6   |
| 140  | 400                           | 300              | 51.667              | -0,5  | -2,0  | 0,2   | -0,3 | 1,7  | 11,16 |
| 140  | 400                           | 150              | 50.883              | 2,0   | -0,4  | -0,8  | 0,6  | 0,7  | 7,65  |
| Índices DRIS para grupo de baixa produtividade |                               |                  |                     |   |       |       |      |      |       |
| 140  | 800                           | 300              | 49.257              | 3,1   | -29,7 | -6,7  | 0,4  | 5,3  | 72,76 |
| 140  | 400                           | 300              | 48.403              | 1,2   | -11,4 | -8,2  | 0,6  | 3,6  | 39,22 |
| 280  | 400                           | 300              | 47.750              | 3,3   | -8,9  | -0,4  | -2,9 | 0,2  | 28,04 |
| 140  | 600                           | 300              | 45.903              | 4,4   | -17,6 | -14,5 | -0,5 | 3,5  | 65,16 |
| 140  | 400                           | 600              | 45.673              | 0,9   | 1,1   | 2,1   | 0,0  | 0,4  | 9,95  |
| 210  | 400                           | 300              | 45.590              | 4,3   | -9,0  | -7,4  | -3,9 | -1,5 | 43,64 |
| 70   | 400                           | 300              | 44.477              | -3,8  | 4,3   | 0,0   | 3,7  | 2,9  | 24,84 |
| 140  | 400                           | 300              | 44.383              | 0,4   | -2,3  | -6,6  | 0,3  | 0,0  | 18,00 |
| 140  | 200                           | 300              | 42.003              | -0,7  | 0,3   | -0,8  | -3,0 | 1,3  | 13,71 |
| 140  | 0                             | 300              | 34.257              | -1,7  | -4,0  | 6,4   | -3,9 | -0,2 | 30,11 |
| 0  | 400                           | 300              | 30.897              | -2,1  | 15,6  | 13,7  | -0,6 | 3,7  | 69,92 |

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

Na Tabela 4 observa-se que a maior produtividade em Itajubá, foi proporcionada pela combinação das doses de 140 kg ha<sup>-1</sup> de N, 800 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, o que leva a crer que o aumento da adubação fosfatada além da recomendação pode ter influência positiva para o aumento da produtividade nesta localidade.

De acordo com Nava, Dechen e Iuchi (2007) a ausência da adubação fosfatada limita drasticamente o rendimento de tubérculos e o fornecimento de fósforo possibilita um maior rendimento dos mesmos.

Ainda na Tabela 4 pode-se notar que as altas produtividades estavam relacionadas às doses de 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 70 kg ha<sup>-1</sup> de N, 280 kg ha<sup>-1</sup> de N, 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 400 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 800 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Pode-se verificar que a maior produtividade, 32 t ha<sup>-1</sup> de tubérculos, foi atingida com a combinação entre doses de NPK, sendo a dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a maior, de 800 kg ha<sup>-1</sup>, concordando mais uma vez com Nava, Dechen e Iuchi (2007).

Ainda de acordo com Zebarth *et al.* (2008), o potencial de acúmulo de massa seca na batata aumenta

com a duração da cor verde do dossel e com a maior disponibilidade de N. Assim sendo, o N também está relacionado com aumento na produtividade de tubérculos.

Os dados mostram (Tabela 4) que as áreas estudadas, embora produzindo acima de 25 t ha<sup>-1</sup>, necessitam de ajustes em seu sistema de manejo da fertilidade do solo, o qual permitiria alcançar maiores produtividades, os níveis tecnológicos empregados eram mais baixos do que aqueles empregados nos experimentos conduzidos em São Gotardo. O tratamento com a aplicação de 400 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> apresentou o menor IBN (5,96) indicando melhor equilíbrio nutricional. Ao contrário disso, o tratamento que não recebeu adubação potássica no plantio, apresentou o maior índice IBN, 23,87, indicando que o balanço nutricional, neste tratamento, pode ter prejudicado a produtividade das áreas que receberam esta dose (Tabela 4).

Para o grupo de baixa produtividade, o tratamento que apresentou a menor produtividade foi aquele com a ausência da adubação fosfatada e o tratamento que apresentou o maior IBN (32,63) foi aquele que recebeu no sulco de plantio 600 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Tabela 4), ou seja, parece que o excesso de adubação fosfatada, além de não ter proporcionado a maior produtividade, pode proporcionar efeito negativo no balanço nutricional da lavoura estudada.

**Tabela 4** - Índices DRIS para macronutrientes em lavouras de alta produtividade (> 25 t ha<sup>-1</sup>) e baixa produtividade (< 25 t ha<sup>-1</sup>) de batata cultivar Ágata, em Itajubá

| Doses  |                               |                  | Produtividade       | N   | P    | K    | Ca   | Mg   | S    | IBN   |
|--|-------------------------------|------------------|---------------------|---|------|------|------|------|------|-------|
| N  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | kg ha <sup>-1</sup> | Índices DRIS para grupo de alta produtividade |      |      |      |      |      |       |
| 140  | 800                           | 300              | 32.8133             | 0,6   | -1,0 | 1,5  | -1,9 | 2,0  | -2,2 | 22,56 |
| 280  | 400                           | 300              | 27.6133             | 1,4   | 0,5  | -0,6 | -0,4 | 1,4  | -0,2 | 13,16 |
| 70   | 400                           | 450              | 27.2711             | 0,0   | 0,5  | 1,0  | -0,2 | -0,9 | -1,6 | 10,11 |
| 140  | 200                           | 150              | 26.6200             | 0,2   | -1,5 | 0,4  | -0,1 | 1,3  | -0,5 | 9,92  |
| 140  | 400                           | 300              | 26.3067             | -1,5  | 1,1  | -0,9 | 0,7  | -0,5 | 0,4  | 5,96  |
| 140  | 400                           | 0                | 25.8133             | -0,9  | -1,6 | -1,6 | 2,1  | -3,6 | 2,7  | 23,87 |
| Índices DRIS para grupo de baixa produtividade |                               |                  |                     |   |      |      |      |      |      |       |
| 140  | 0                             | 300              | 17.1822             | 1,9   | 2,9  | 2,6  | -2,9 | -2,8 | 0,3  | 15,81 |
| 210  | 200                           | 300              | 19.0867             | 2,4   | -1,7 | -0,5 | -2,9 | -5,6 | 0,6  | 24,92 |
| 0  | 400                           | 300              | 20.3778             | -4,0  | 0,0  | 1,1  | -1,6 | -0,1 | 0,6  | 15,63 |
| 140  | 400                           | 300              | 20.5791             | 0,4   | 1,2  | 2,1  | -1,9 | 0,9  | -0,2 | 18,23 |
| 140  | 400                           | 600              | 20.8689             | -0,2  | -0,6 | 0,3  | 2,2  | -1,5 | -2,0 | 19,68 |
| 140  | 600                           | 300              | 21.7600             | 2,5   | -2,6 | 2,7  | -3,2 | 3,2  | -3,2 | 32,63 |
| 140  | 400                           | 450              | 23.3311             | 1,9   | -0,1 | 1,1  | -2,8 | -1,2 | -1,6 | 31,26 |
| 140  | 400                           | 150              | 23.3911             | -0,6  | 0,4  | -0,6 | 0,6  | 0,0  | -1,0 | 10,26 |
| 140  | 400                           | 300              | 24.3911             | 0,9   | 1,7  | 0,6  | 0,8  | 2,8  | -0,1 | 18,96 |

Dentre a população de baixa produtividade o tratamento que apresentou melhor equilíbrio nutricional, ou seja, IBN mais equilibrado (valor mais próximo de zero), foi aquele que recebeu 140 kg ha<sup>-1</sup> de N, 400 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 150 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Tabela 4).

Quanto aos micronutrientes em Itajubá, os elementos mais limitantes foram o Mn e B, em populações de alta e baixa produtividade, respectivamente. Já entre os nutrientes que estavam em excesso, os de maiores índices foram Zn e Fe, em populações de alta e baixa produtividade, respectivamente (Tabela 5).

Com relação aos índices de deficiência, os resultados foram distintos entre os locais e populações avaliadas, com isso, observa-se a interferência de fatores diversos sobre o estado nutricional, entre eles o nível tecnológico empregado nas áreas onde foram conduzidos os experimentos e provavelmente também devido a diferença de insolação entre as regiões, justificando a necessidade de avaliar e acompanhar as lavouras, o que possibilita melhoria no manejo e controle através do conhecimento à cerca da dinâmica que compõe a produtividade. De acordo com Bangroo *et al.* (2010), as normas DRIS devem ser desenvolvidas para condições específicas, no qual todos os outros fatores a serem correlacionados com a produtividade como cultivar, clima, solo e cultura devem ser conhecidos, atingindo assim objetivos específicos.

De maneira geral, os micronutrientes parecem ser mais limitantes que os macronutrientes, sendo o Cu e Fe, por exemplo, os nutrientes que mais limitaram a produtividade de tubérculos no grupo de baixa produtividade em São Gotardo e em Itajubá foi principalmente o B (Tabela 6).

De acordo com a Tabela 6, pode-se estabelecer as ordens de insuficiência nas áreas de alta e baixa produtividade, em São Gotardo, que apresentaram a seguinte ordem respectivamente: K > S > Zn > Mg = B = P > Cu > Ca > N = Mn > Fe e Cu > Fe > Mg > N > Mn > B > S > P > K > Zn > Ca. Já em Itajubá, as ordens de insuficiência nas áreas de alta e baixa produtividade foram respectivamente: Zn > Mg > Mn = Cu = P > B > N > S = Fe > K > Ca e B > Ca > Mg > Mn > Fe > N = Zn > S > P = Cu > K (Tabela 7).

Segundo Bangroo *et al.* (2010) a possibilidade de quantificar o balanço entre os teores dos nutrientes e estabelecer uma ordem de deficiência ou excesso é uma vantagem determinante do método DRIS em relação a outros métodos de diagnose nutricional (valores críticos e faixas de suficiência). Entretanto, os mesmos autores reforçam a necessidade de mais estudos, uma vez que há controvérsias em relação aos procedimentos de cálculo, método de validação e critérios para definição da subpopulação de referência.

**Tabela 5** - Índices DRIS para micronutrientes em lavouras de alta produtividade (> 25 t ha<sup>-1</sup>) e baixa produtividade (< 25 t ha<sup>-1</sup>) e IBN de batata da cultivar Ágata, em Itajubá

| N  | Doses                         |                  | Produtividade<br>kg ha <sup>-1</sup> | B    | Cu   | Fe   | Mn   | Zn   | IBN   |
|--|-------------------------------|------------------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|-------|
|  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |                                      |      |      |      |      |      |       |
| Índices DRIS para grupo de alta produtividade  |                               |                  |                                      |      |      |      |      |      |       |
| 140  | 800                           | 300              | 32.8133                              | 2,2  | -2,6 | 2,6  | -3,0 | 3,0  | 22,56 |
| 280  | 400                           | 300              | 27.6133                              | -2,0 | 2,9  | -1,2 | -2,1 | 0,3  | 13,16 |
| 70   | 400                           | 450              | 27.2711                              | 1,5  | -0,4 | -1,6 | -0,4 | 2,0  | 10,11 |
| 140  | 200                           | 150              | 26.6200                              | 1,7  | -1,4 | -1,4 | 0,8  | 0,6  | 9,92  |
| 140  | 400                           | 300              | 26.3067                              | -0,4 | 0,1  | -0,1 | -0,1 | 0,1  | 5,96  |
| 140  | 400                           | 0                | 25.8133                              | -1,3 | -1,0 | 5,9  | 1,3  | -1,9 | 23,87 |
| Índices DRIS para grupo de baixa produtividade |                               |                  |                                      |      |      |      |      |      |       |
| 140  | 0                             | 300              | 17.1822                              | -0,3 | -0,6 | -0,9 | -0,5 | -0,3 | 15,81 |
| 210  | 200                           | 300              | 19.0867                              | 4,8  | 1,5  | -1,4 | 0,3  | 3,1  | 24,92 |
| 0  | 400                           | 300              | 20.3778                              | 1,4  | 2,3  | -2,2 | -2,4 | 0,0  | 15,63 |
| 140  | 400                           | 300              | 20.5791                              | -5,1 | 2,2  | 1,8  | -1,9 | 0,4  | 18,23 |
| 140  | 400                           | 600              | 20.8689                              | -2,4 | 0,4  | -1,2 | 3,7  | 5,1  | 19,68 |
| 140  | 600                           | 300              | 21.7600                              | 3,2  | -3,0 | 3,0  | -3,0 | 3,0  | 32,63 |
| 140  | 400                           | 450              | 23.3311                              | -8,9 | 2,1  | 7,7  | 1,0  | 2,8  | 31,26 |
| 140  | 400                           | 150              | 23.3911                              | -0,7 | -0,2 | 4,1  | -0,2 | -1,7 | 10,26 |
| 140  | 400                           | 300              | 24.3911                              | -1,0 | 1,9  | -3,4 | -3,1 | -2,6 | 18,96 |

**Tabela 6** - Índice de deficiência de macro e micronutrientes em lavouras de alta e baixa produtividade de tubérculos de batata da cultivar Ágata, em São Gotardo e Itajubá

| Ordem | -----São Gotardo-----  |      |                        |      | -----Itajubá-----      |      |                        |      |
|-------|------------------------|------|------------------------|------|------------------------|------|------------------------|------|
|       | >50 t ha <sup>-1</sup> |      | <50 t ha <sup>-1</sup> |      | >25 t ha <sup>-1</sup> |      | <25 t ha <sup>-1</sup> |      |
| 1°    | K                      | -3,4 | Cu                     | -8,0 | Zn                     | -1,9 | B                      | -3,1 |
| 2°    | S                      | -1,7 | Fe                     | -6,1 | Mg                     | -1,6 | Ca                     | -2,5 |
| 3°    | Zn                     | -1,4 | Mg                     | -4,9 | Mn                     | -1,4 | Mg                     | -2,2 |
| 4°    | Mg                     | -1,3 | N                      | -4,1 | Cu                     | -1,4 | Mn                     | -1,9 |
| 5°    | B                      | -1,3 | Mn                     | -2,5 | P                      | -1,4 | Fe                     | -1,8 |
| 6°    | P                      | -1,3 | B                      | -2,1 | B                      | -1,3 | N                      | -1,6 |
| 7°    | Cu                     | -1,2 | S                      | -1,8 | N                      | -1,2 | Zn                     | -1,6 |
| 8°    | Ca                     | -0,8 | P                      | -1,1 | S                      | -1,1 | S                      | -1,4 |
| 9°    | N                      | -0,7 | K                      | -1,0 | Fe                     | -1,1 | P                      | -1,3 |
| 10°   | Mn                     | -0,7 | Zn                     | -0,9 | K                      | -1,0 | Cu                     | -1,3 |
| 11°   | Fe                     | -0,6 | Ca                     | -0,7 | Ca                     | -0,6 | K                      | -0,6 |

## CONCLUSÕES

1. O emprego da metodologia DRIS permite conhecer a ordem de limitações dos nutrientes nas lavouras de batata, possibilitando a adequação das relações entre os nutrientes ao longo dos ciclos de cultivo na área, o que otimiza o manejo da adubação;
2. As maiores produtividades das plantas não estão diretamente relacionadas com menores IBN's, embora mais equilibrados nutricionalmente, o que indica a influência de outros fatores no sistema;
3. Doses de 0 a 450 kg de K<sub>2</sub>O associadas a 140 kg de N e 400 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> refletiram em maiores produtividades devido à melhor dinâmica entre os nutrientes na solução do solo e conseqüentemente absorção e desenvolvimento. Contudo, os resultados devem ser avaliados segundo a realidade do local de cultivo, pois o balanço entre os nutrientes depende também do tipo de solo, cultivar, das condições climáticas e nível tecnológico do produtor.

## REFERÊNCIAS

AGRIANUAL - Anuário da Agricultura Brasileira. **Batata**. São Paulo: FNP, 2011. 482p.

BALDOCK, J. O.; SCHULTE, E. E. Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. **Agronomy Journal**, v. 88, n. 3, p. 448-456, 1996.

BANGROO, S. A. *et al.* Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) - A Review. **International Journal of Current Research**, v. 10, p. 84-97, 2010.

BEAUFILS, E. R. Diagnosis e recommendation integrated system (DRIS). A General Scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. **Bulletin of Soil Science**, v. 1, n. 1, p. 132, 1973.

BRAUN, H. *et al.* Teor e exportação de macro e micronutrientes nos tubérculos de cultivares de batata em função do nitrogênio. **Bragantia**, v. 70, n. 1, p. 50-57, 2011.

CARDOSO, A. D. *et al.* Produtividade e qualidade de tubérculos de batata em função de doses e parcelamentos de nitrogênio e potássio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1729-1736, 2007.

CFSEMG - Comissão de Fertilidade do solo do estado de Minas Gerais (Viçosa, MG). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, 1999. 176p.

COGO, C. M. *et al.* Relação potássio-nitrogênio para o diagnóstico e manejo nutricional da cultura da batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 12, p. 1781-1786, 2006.

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

FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional das plantas**. 2002. 77 f. Curso de Pós Graduação; "Lato Sensu" à distância. (Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no Agronegócio) - Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 2004.

- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. 2006, 638p.
- NAVA G.; DECHEN A. R.; IUCHI V. L. Produção de tubérculos de batata-semente em função das adubações nitrogenada, fosfatada e potássica. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 365-370, 2007.
- NZIGUHEBA, G. *et al.* Assessment of nutrient deficiencies in maize in nutrient omission trials and long-term field experiments in the West African Savanna. **Plant and Soil**, v. 314, p. 143-157, 2009.
- NOVAIS, R. F. *et al.* **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. 1050p.
- PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; COSTA, A. N. Diagnóstico nutricional em cafeeiro conilon orgânico e convencional. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6. p. 1456-1460, 2005.
- PAULETTI, V.; MENARIN, E. Época da aplicação, fontes e doses de potássio na cultura da batata. **Scientia Agrária**, v. 5, n. 1/2, p. 15-20, 2004.
- REIS JUNIOR, R. dos A.; MONNERAT, P. H. DRIS norms validation for sugarcane crop. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 3, p. 379-385, 2003.
- SNOECK, J. C. In: MARTIN-PRÉVEL, P.; GAGNARD, J.; GAUTIER, P. **L'Analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes**. Technique et Documentatin-Lavousier, 1984. p. 473-495.
- WADT, P. G. S. *et al.* Modelagem de funções no cálculo dos índices DRIS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 1, p. 57-64, 2007.
- WHITE, P. J. *et al.* Relationships between yield and mineral concentrations in potato tubers. **HortScience**, v. 44, p. 6-11, 2009.
- WHITE, P. J.; BROADLEY, M. R. Historical variation in the mineral composition of edible horticultural products. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 80, p. 660-667, 2005.
- ZEBARTH, B. J. *et al.* Nitrogen use efficiency characteristics of andígena and diploid potato selections. **American Journal of Potato Research**, v. 85, p. 210-218, 2008.