

# Relação potássio-nitrogênio para o diagnóstico e manejo nutricional da cultura da batata

Clarissa Melo Cogo<sup>(1)</sup>, Jerônimo Luiz Andriolo<sup>(1)</sup>, Dilson Antônio Bisognin<sup>(1)</sup>, Rodrigo dos Santos Godoi<sup>(1)</sup>, Orcial Ceolin Bortolotto<sup>(1)</sup> e Gean Lopes da Luz<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Federal de Santa Maria, Dep. de Fitotecnia, Camobi, CEP 97105-900 Santa Maria, RS. E-mail: andriolo@smail.ufsm.br, dilsonb@smail.ufsm.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi determinar a curva máxima de diluição do K e ajustar a relação com a curva de diluição do N, durante o ciclo de crescimento e desenvolvimento da batata, para fins de diagnóstico e manejo nutricional. Os tratamentos consistiram de soluções nutritivas com concentrações de K de 3,5; 5,5; 6,5; 8,0 e 9,5 mmol L<sup>-1</sup>. O delineamento experimental inteiramente casualizado foi empregado com quatro repetições. Quatro plantas de cada tratamento foram coletadas, em intervalos semanais, para análise do crescimento e determinação dos teores de N e K. A curva máxima de diluição do K foi ajustada e a extração máxima foi determinada durante o ciclo de crescimento e desenvolvimento da cultura. Observou-se que a estimativa dos teores máximos de K pode ser obtida a partir dos teores críticos de N. As quantidades de K a serem fornecidas, para obtenção de determinada produtividade, podem ser estimadas com base no teor de N nos tecidos.

Termos para indexação: *Solanum tuberosum*, diluição, nutrição mineral, adubação.

## Nitrogen-potassium relationship for diagnosis of plant nutritional status and fertilization of the potato crop

Abstract – The objective of this work was to determine the maximum K dilution curve and the relationship with the N dilution curve, during growth and development of the potato crop, for nutritional diagnosis and fertilization purposes. Treatments consisted of nutrient solutions with K concentrations of 3.5, 5.5, 6.5, 8, and 9.5 mmol L<sup>-1</sup>. The completely randomized experimental design was adopted with four replications. Four plants were harvested, at weekly intervals, to quantify plant growth and to determine N and K tissue concentrations. The maximum K dilution curve was adjusted, and the maximum K uptake was determined, during crop growth and development. It was observed that maximum K concentrations might be estimated from critical N concentrations. Quantities of K fertilizers to be supplied to achieve a pre-fixed crop yield can be estimated from tissue N concentration.

Index terms: *Solanum tuberosum*, dilution, mineral nutrition, fertilization.

### Introdução

Elevadas doses de fertilizantes são empregadas na cultura da batata. A exportação de K nos tubérculos é 1,5 vez maior do que a do N e de quatro a cinco vezes maior do que a do P (Yorinori, 2003). O K é importante para a translocação de açúcares e síntese de amido (Reis Junior & Fontes, 1996), o que afeta a produtividade e a qualidade dos tubérculos (Westermann et al., 1994a, 1994b). As indicações de adubação potássica para a cultura da batata, no Rio Grande do Sul, para produtividade acima de 20 t ha<sup>-1</sup>, com teores de K no solo muito alto e muito baixo, são de 140 e 220 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004).

Na região Sul do Brasil são realizados dois cultivos anuais, conhecidos como safra e safrinha, em solos com teores elevados de K. Em cada cultivo, é efetuada a adubação da cultura, e o acúmulo desse nutriente pode ocorrer ao longo dos anos. Embora o K seja exigido em alta quantidade, quando em dose excessiva pode reduzir a produção de tubérculos, por interferir no equilíbrio eletroquímico das células, o que afeta a absorção e a disponibilidade fisiológica de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> (Reis Junior et al., 1999).

As atuais indicações de adubação para a cultura da batata estão baseadas unicamente na análise de solo. A exportação de K varia em função da produção de matéria seca, do índice de colheita e de fatores ambientais

que interferem nos processos de crescimento e absorção mineral (Fontes, 2001). Por esse motivo, métodos que levem em conta o teor de nutrientes nos tecidos da planta, devem também ser empregados para maximizar a eficiência de uso da adubação.

O N é o elemento para o qual os métodos indiretos de diagnóstico nutricional estão mais desenvolvidos, especialmente a determinação *in situ* do teor de clorofila das folhas. Para esse nutriente, a concentração crítica ( $N_c$ ) representa o teor a partir do qual a resposta no crescimento deixa de ser observada, enquanto a concentração máxima ( $N_m$ ) representa o teor máximo, acima da  $N_c$ , que pode ser encontrado nos tecidos da planta (Fontes, 2001).

O teor de clorofila das folhas pode ser relacionado diretamente com a curva crítica de diluição de N, durante o ciclo de crescimento e desenvolvimento, o que permite diagnósticos diretamente na lavoura. No caso da batata, a curva crítica de diluição de N ( $N_c$ ) foi previamente ajustada para diferentes cultivares e condições ambientais (Greenwood et al., 1990; Bélanger et al., 2001). Para a cultivar Asterix, no Sul do Brasil, Paula (2005) ajustou equações para a curva crítica de diluição e para a extração de N, tendo considerado a produtividade da cultura. No caso do K, existem indicações na literatura sobre teores nos órgãos da planta, associados a determinados índices de produtividade (Fontes et al., 1996; Reis Junior & Monnerat, 2001; Yorinori, 2003). Porém, esses teores foram obtidos a partir de diferentes doses de adubação potássica aplicadas ao solo e não traduzem a dinâmica de absorção, em relação ao acúmulo de matéria seca da cultura. Resultados sobre as curvas de diluição e das concentrações máxima ( $K_m$ ) e crítica ( $K_c$ ) do K, para essa cultura, não estão disponíveis na literatura.

Para explicar a absorção do K durante o ciclo de crescimento e desenvolvimento das plantas, Greenwood & Stone (1998) estenderam para esse nutriente o modelo de diluição do N descrito por Lemaire et al. (1997) que está baseado no crescimento e partição da matéria seca entre um compartimento metabólico, formado pelas folhas, e um compartimento estrutural ou de armazenamento. Os teores e a absorção do N são estimados por meio da dinâmica de crescimento desses dois compartimentos. Greenwood & Stone (1998) aplicaram o modelo para o K, sob a hipótese de que sua concentração decresce com o aumento da biomassa das culturas e mantém uma relação de proporcionalidade com a concentração crítica de N. Os autores validaram

o modelo ao empregar resultados de experimentos com 16 espécies de hortaliças e confirmaram a existência dessa relação, tanto para a concentração crítica quanto para concentração máxima de K. Essa validação, no entanto, não foi feita para a cultura da batata.

O objetivo deste trabalho foi determinar a curva máxima de diluição do K, ajustar a relação com a curva de diluição do N, durante o ciclo de crescimento e desenvolvimento da cultura, e fazer inferências sobre o emprego de uma relação simples entre esses dois nutrientes no manejo da adubação da cultura da batata.

### Material e Métodos

O trabalho foi realizado em abrigo telado de 200 m<sup>2</sup>, do Dep. de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Sacolas de polietileno de 4 dm<sup>3</sup>, com 1,4 kg de substrato orgânico (PlantmaxHA) foram dispostas sobre calhas revestidas com polietileno dupla-face, de coloração branca (100 µm de espessura), com a declividade de 1%. As sacolas foram dispostas em um arranjo de 1 m entre linhas e 0,30 m entre sacolas.

A análise química do substrato foi efetuada no Lab. de Análise de Solos da UFSM, conforme Tedesco et al. (1995), e indicou teores disponíveis de 95, 1.506, 7.831 e 2.948 mg kg<sup>-1</sup> de P, K, Ca e Mg, respectivamente. Um tubérculo da cultivar Asterix foi plantado em cada sacola, no dia 28 de agosto de 2004. As plantas foram tutoradas com tela plástica de malha de 0,10 m, instalada a 0,25 m acima das sacolas.

Os tratamentos foram constituídos por cinco soluções nutritivas, com concentrações de K de 3,5 (T1), 5,5 (T2), 6,5 (T3), 8 (T4) e 9,5 mmol L<sup>-1</sup> (T5). Os demais nutrientes foram fornecidos nas concentrações: 13 mmol L<sup>-1</sup> de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; 2 mmol L<sup>-1</sup> de H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>; 1 mmol L<sup>-1</sup> de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; 1 mmol L<sup>-1</sup> de Mg<sup>2+</sup>; 2 mmol L<sup>-1</sup> de Ca<sup>2+</sup>; 0,03 mg L<sup>-1</sup> de Mo; 0,26 mg L<sup>-1</sup> de B; 0,06 mg L<sup>-1</sup> de Cu; 0,50 mg L<sup>-1</sup> de Mn; 0,22 mg L<sup>-1</sup> de Zn e 4 mg L<sup>-1</sup> de Fe. Os fertilizantes empregados foram o nitrato de potássio, sulfato de potássio, nitrato de cálcio (calcinit), nitrato de amônio, monofosfato de potássio e sulfato de magnésio.

O cálculo do equilíbrio eletroquímico dos macronutrientes e das quantidades de sais micronutrientes foi feito de acordo com Andriolo (1999). A condutividade elétrica da solução nutritiva foi de 1,7; 1,87; 2,19; 2,51 e 2,72 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente, para T1, T2, T3, T4 e T5.

O pH foi mantido entre os limites de 5,3 e 6,0. As soluções nutritivas foram fornecidas diariamente por meio de tubos gotejadores, em sistema aberto e com drenagem perdida. Empregou-se um gotejador de vazão igual a 1,4 L h<sup>-1</sup>, para cada sacola, e um coeficiente de drenagem de 20% (Andriolo, 1999). Após cada fertirrigação, os volumes drenados na extremidade inferior da calha foram recolhidos e medidos. A diferença entre o volume fornecido e drenado foi considerada como volume retido em cada sacola. A frequência diária das fertirrigações foi ajustada à demanda hídrica da cultura, estimada com base na radiação solar e na área foliar de hortaliças cultivadas no mesmo local, em ambiente protegido (Dalsasso et al., 1997). O volume de solução nutritiva retida para cada planta, no decorrer do período experimental, totalizou 6,7 L por planta, correspondente a 912,3, 1.433,7, 1.694,3, 2.085,3 e 2.476,3 mg por planta de K, para cada tratamento.

O delineamento experimental inteiramente casualizado foi empregado, com quatro repetições de uma fileira com 25 sacolas. As plantas bordaduras entre parcelas e entre plantas, de diferentes coletas, não foram empregadas para efetuar determinações.

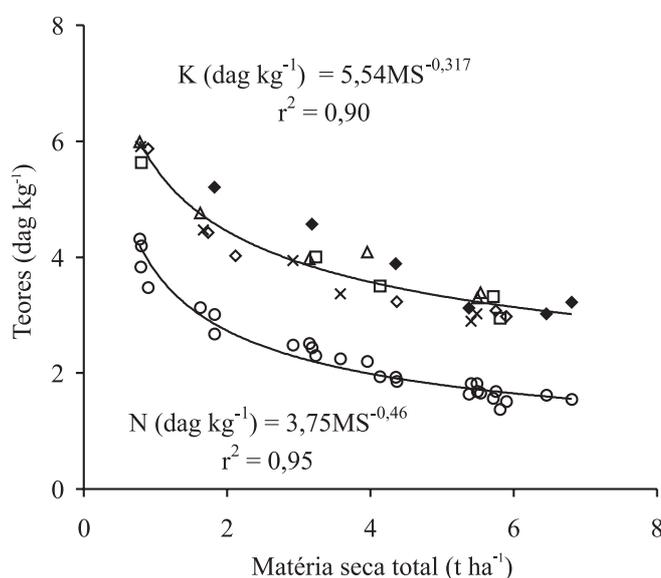
A partir dos 32 dias após o plantio, foram coletadas, em intervalos semanais, quatro sacolas com plantas de cada tratamento para análise do crescimento. Imediatamente após a coleta, foram separados os limbos foliares, pecíolos e hastes e tubérculos, e foi determinada a massa de matéria fresca. Para a obtenção da massa de matéria seca, essas frações foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 60°C, até massa constante. A massa de matéria seca total foi obtida pela soma dessas frações. O experimento foi encerrado aos 73 dias após o plantio, quando foi constatado o início da senescência das plantas.

A matéria seca foi moída em moinho tipo Wiley. Os teores de K foram determinados por espectrofotometria de chama, e os de nitrogênio pelo método Kjeldahl, conforme descrito por Tedesco et al. (1995). Os teores dos nutrientes na matéria seca foram empregados para ajustar os coeficientes do modelo de diluição do N (Lemaire et al., 1997) e do K (Greenwood & Stone, 1998), por meio da seguinte equação:  $N/K \text{ (dag kg}^{-1}\text{)} = a \text{ MS}^{-b}$ , em que N/K representa a concentração de N ou de K; MS é a massa de matéria seca da parte aérea, em t ha<sup>-1</sup>; a e b são coeficientes de ajuste. A estimativa das quantidades de cada nutriente extraídas pelas culturas com massa de matéria seca acumulada da parte aérea igual ou superior a 1 t ha<sup>-1</sup> foi obtida por meio da equação transformada:  $N/K \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} = 10a \text{ MS}^{(1-b)}$ .

## Resultados e Discussão

Não foram observadas diferenças significativas nas concentrações de K na matéria seca em plantas inteiras, nas coletas efetuadas durante o ciclo de crescimento e desenvolvimento, nos cinco tratamentos. Esses resultados permitem ajustar uma única curva, que representa a curva máxima de diluição do K (Figura 1), uma vez que foram utilizadas as concentrações máximas possíveis para a cultivar Asterix.

Os dados entre coletas periódicas ajustaram-se ao mesmo modelo potencial, empregado por outros autores, para explicar a diluição do N durante o ciclo da cultura da batata (Greenwood et al., 1990; Bélanger et al., 2001; Paula, 2005). Uma única curva de diluição foi ajustada com os resultados de todos os tratamentos, com K ( $\text{dag kg}^{-1}$ ) =  $5,54\text{MS}^{-0,317}$  e  $r^2 = 0,90$ . A concentração de K estimada pela equação, nas fases iniciais do ciclo de desenvolvimento, foi de  $5,54 \text{ dag kg}^{-1}$ . Essa concentração foi 11,9% superior àquela obtida pela aplicação do modelo potencial de diluição, nos resultados de Yorinori (2003) para a cultivar Atlantic, que foi de  $4,95 \text{ dag kg}^{-1}$ . A intensidade da diluição, representada pelo coeficiente  $\beta$  igual a  $-0,317$ , foi menos acentuada



**Figura 1.** Teores observados de N e de K na matéria seca (MS) da planta inteira, durante o crescimento de plantas de batata cultivadas em solução nutritiva com seis níveis de disponibilidade de K: 0,0 (○), 3,5 (◇), 5,5 (□), 6,5 (×), 8,0 (△) e 9,5 mmol L<sup>-1</sup> (◆).

do que aquela relativa aos resultados de Yorinori (2003), cujo valor foi de -0,40.

Os resultados da concentração de N também se ajustaram ao modelo potencial, sem diferir significativamente da curva crítica de diluição ajustada anteriormente por Paula (2005) para a mesma cultivar, no mesmo local (Figura 1). Isso significa que as quantidades de N, fornecidas pela solução nutritiva, foram suficientes para atender à demanda de N necessária à produtividade potencial da cultura, em todos os tratamentos.

Uma relação linear foi ajustada entre os teores de K e N na planta inteira, durante todo o ciclo da cultura, que indicou que o acúmulo desses dois nutrientes obedece a uma relação simples de proporcionalidade (Figura 2). A concentração de N pode ser empregada como variável independente, para estimar tanto a concentração de K necessária na planta, quanto as quantidades a serem fornecidas pela adubação, por meio das equações do modelo de diluição.

O teor de K nas folhas não demonstrou relação com o acúmulo de matéria seca das plantas, nos tratamentos com as menores disponibilidades (T1, T2 e T3) (Figura 3 A). Entretanto, o teor aumentou em T4 e T5. Tendência oposta foi observada nas hastes e tubérculos, onde os teores diminuíram linearmente, à medida que avançou o ciclo de crescimento e desenvolvimento das plantas (Figura 3 B). Nesses dois órgãos, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Os teores de K foram 2,2 vezes maiores nas hastes do que nos tubérculos.

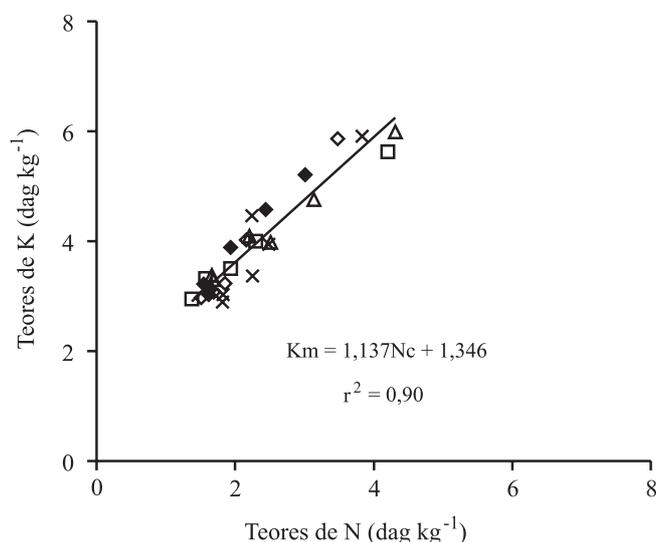
A diluição do K em plantas de batata, no decorrer do ciclo de crescimento e desenvolvimento, seguiu o modelo potencial descrito para o N por Paula (2005). O fato de os dois nutrientes se ajustarem a um modelo de diluição similar pode ser atribuído às funções fisiológicas dos dois nutrientes no metabolismo das plantas. Enquanto o N está associado, principalmente, com a síntese de proteínas e clorofila, o K é o principal regulador iônico, que afeta, entre outros processos, a ativação das enzimas, o transporte de solutos, os tropismos e a abertura e fechamento dos estômatos. Isso significa que esses dois nutrientes concentram-se em órgãos com elevada atividade metabólica, a qual está associada ao crescimento, à diferenciação e aos mecanismos de regulação (Greenwood & Stone, 1998; Shabala, 2003).

Na planta inteira, os teores representaram o resultado ponderal do produto entre o teor nos tecidos de cada órgão e a fração representada por esses órgãos na

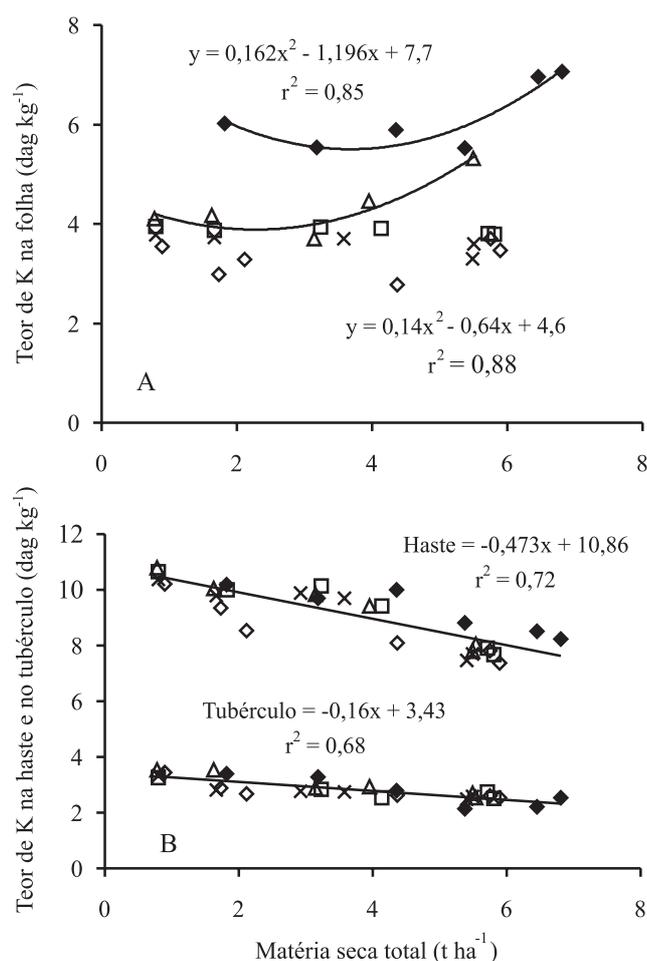
composição da matéria seca total da planta. A diluição no decorrer do ciclo da cultura foi determinada pelo metabolismo e, também, pelas relações de competição que regem a partição da matéria seca entre os órgãos da planta. Nas fases iniciais do ciclo de crescimento e desenvolvimento, as folhas e hastes constituíram os principais drenos na planta, com teores máximos de K, respectivamente, de 4,3 e 10,4 dag kg<sup>-1</sup> (Figura 3 A e B). Nas fases finais, os tubérculos representaram aproximadamente 80% da massa de matéria seca total, com teores máximos de K de 2,5 dag kg<sup>-1</sup>.

Os teores de N, empregados para estabelecer a relação N/K, confirmaram também a curva crítica de diluição do N, ajustada anteriormente para a mesma cultivar por Paula (2005). Para esse nutriente, são disponíveis métodos indiretos de diagnóstico, baseados no teor de clorofila e na reflexão/irradiação da cobertura vegetal, os quais oferecem maior rapidez que as análises químicas (Fontes, 2001). Além disso, o diagnóstico pode ser feito diretamente na lavoura, como ferramenta da agricultura de precisão. Uma vez concluída a diagnose do N, a diagnose do K poderá ser estimada por meio da relação ajustada.

Pôde-se estimar as quantidades de N e K extraídas, para atingir determinado nível de produtividade de tubérculos, por meio das equações do modelo (Tabela 1). Neste trabalho, estas estimativas foram feitas, tendo-se considerado que os tubérculos detêm um teor de matéria



**Figura 2.** Relação entre as concentrações de N e de K na matéria seca (MS) da planta inteira, durante o crescimento de plantas de batata cultivadas em solução nutritiva com cinco níveis de disponibilidade de K: 3,5 (◇), 5,5 (□), 6,5 (×), 8,0 (△) e 9,5 mmol L<sup>-1</sup> (◆).



**Figura 3.** Teores de N e de K na matéria seca (MS) de folhas (A), hastes e tubérculos (B), durante o crescimento de plantas de batata cultivadas em solução nutritiva com cinco níveis de disponibilidade de K: 3,5 (◇), 5,5 (□), 6,5 (×), 8,0 (△) e 9,5 mmol L<sup>-1</sup> (◆).

**Tabela 1.** Quantidades extraídas de N e de K, estimadas pelas equações  $N \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} = 37,5(\text{MS})^{0,54}$  (Lemaire et al., 1997) e  $K \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} = 55,4(\text{MS})^{0,683}$ , para diferentes níveis de produtividade da cultivar Asterix de batata.

Produtividade de tubérculos (t ha <sup>-1</sup> )	Matéria seca total (t ha <sup>-1</sup> )	Quantidades extraídas (kg ha <sup>-1</sup> )	
		Nitrogênio	Potássio
15	3,6	75,06	136,37
20	4,8	87,71	160,97
25	6,0	98,97	187,35
30	7,2	109,24	212,08
35	8,4	118,74	235,52
40	9,6	127,65	257,90
45	10,8	136,05	279,41
50	12,0	144,04	300,16
55	13,2	151,66	320,26
60	14,4	158,98	339,78

seca de 20% e acumulam 80% da matéria seca total da planta (Paula, 2005; Cogo et al., 2006). No caso de outros genótipos de batata, ajustes poderão ser necessários, levando-se em conta principalmente a partição da matéria seca entre a parte aérea e os tubérculos.

Com o emprego das equações do modelo de diluição, obteve-se a quantidade extraída de 1,9 kg de K, para cada unidade de N extraído pela cultura (Tabela 1). Essa quantidade é 26,6% superior àquela determinada por Yorinori (2003). A extração máxima de K, para atingir a produtividade de tubérculos de 33 t ha<sup>-1</sup>, foi de 226 kg de K<sub>2</sub>O por hectare. Essa quantidade é 61,4% superior à dose de adubação potássica recomendada pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004), que é de 140 kg ha<sup>-1</sup>, para solos com teores muito altos desse nutriente. Isso significa que o manejo atual da adubação da cultura da batata, nessa região, deve ser ajustado aos níveis de produtividade, a fim de evitar o esgotamento da fertilidade do solo.

## Conclusão

As quantidades de nitrogênio e potássio a serem fornecidas pela adubação da cultura da batata podem ser estimadas por meio de uma relação simples de proporcionalidade entre a curva máxima de diluição do potássio e a curva crítica de diluição do nitrogênio.

## Agradecimentos

A Luís Francisco Finamor, do Lab. de Análises Químicas, do Dep. de Solos, da UFSM, pela realização das análises minerais; à Fapergs, pelo auxílio financeiro ao projeto de pesquisa e pela concessão de bolsa.

## Referências

- ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: UFSM, 1999. 142p.
- BÉLANGER, G.W.J.R.; RICHARDS, J.E.; MILBURN, P.H.; ZIADI, N. Critical nitrogen curve and nitrogen nutrition index for potato in eastern Canada. **American Journal of Potato Research**, v.78, p.355-364, 2001.
- COGO, C.M.; ANDRIOLO, J.L.; BISOGNIN, D.A.; GODOI, R. dos S.; BORTOLOTO, O.C.; BARROS, G.T. Crescimento, produtividade e qualidade de processamento de tubérculos de batata produzidos sob alta disponibilidade de potássio. **Ciência Rural**, v.36, p.985-988, 2006.
- DALSASSO, L.C.M.; HELDWEIN, A.; BURIOL, G.A.; SCHNEIDER, F.M.; STRECK, N.A.; DUCHÈNNE, T.; MACHET, J.M.; MARTIN, M. Potatoes. In: LEMAIRE, G. (Ed.). **Diagnosis**

- of the nitrogen status in crops. Berlin: Springer-Verlag, 1997. p.119-130.
- FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa: UFV, 2001. 122p.
- FONTES, P.C.R.; REIS JUNIOR, R.A.; PEREIRA, P.R.G. Critical potassium concentration and potassium/calcium plus magnesium ratio in potato petioles associated with maximum tuber yields. **Journal of Plant Nutrition**, v.19, p.657-667, 1996.
- GREENWOOD, D.J.; LEMAIRE, G.; GOSSE, G.; CRUZ, P.; DRAYCOTT, A.; NEETESON, J.J. Decline in N percentage of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> crops with increasing plant mass. **Annals of Botany**, v.66, p.425-436, 1990.
- GREENWOOD, D.J.; STONE, D. Prediction and measurement of the decline in the critical-K, the maximum-K and total cation plant concentration during growth of field vegetable crops. **Annals of Botany**, v.82, p.871-881, 1998.
- LEMAIRE, G.; GASTAL, F.; PLENET, D. Dynamics of N uptake and N distribution in plant canopies. Use of crop N status index in crop modelling. In: LEMAIRE, G. (Ed.). **Diagnostic procedures for crop N management**. Paris: Inra, 1997. p.16-29.
- PAULA, A.L. de. **Acúmulo de massa seca e nitrogênio durante o crescimento e desenvolvimento da cultura da batata**. 2005. 23p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- REIS JUNIOR, R.A.; FONTES, P.C.R. Qualidade de tubérculos da batateira em função de doses de adubação potássica. **Horticultura Brasileira**, v.14, p.170-174, 1996.
- REIS JUNIOR, R.A.; FONTES, P.C.R.; NEVES, J.C.L.; SANTOS, N.T. Total soil electrical conductivity and critical soil K<sup>+</sup> to Ca<sup>2+</sup> and Mg<sup>2+</sup> ratio for potato crops. **Scientia Agricola**, v.56, p.985-989, 1999.
- REIS JUNIOR, R.A.; MONNERAT, P.H. Exportação de nutrientes nos tubérculos de batata em função de doses de sulfato de potássio. **Horticultura Brasileira**, v.19, p.360-364, 2001.
- SHABALA, S. Regulation of potassium transport in leaves: from molecular to tissue level. **Annals of Botany**, v.92, p.627-634, 2003.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Núcleo Regional Sul. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre, 2004. 400p.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 173p.
- WESTERMANN, D.T.; JAMES, D.W.; TINDALL, T.A.; HURST, R.L. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: sugars and starch. **American Potato Journal**, v.71, p.433-454, 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**, v.71, p.417-432, 1994b.
- YORINORI, G.T. **Curva de crescimento e acúmulo de nutrientes pela cultura da batata cv. Atlantic**. 2003. 79p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

---

Recebido em 14 de março de 2006 e aprovado em 4 de outubro de 2006