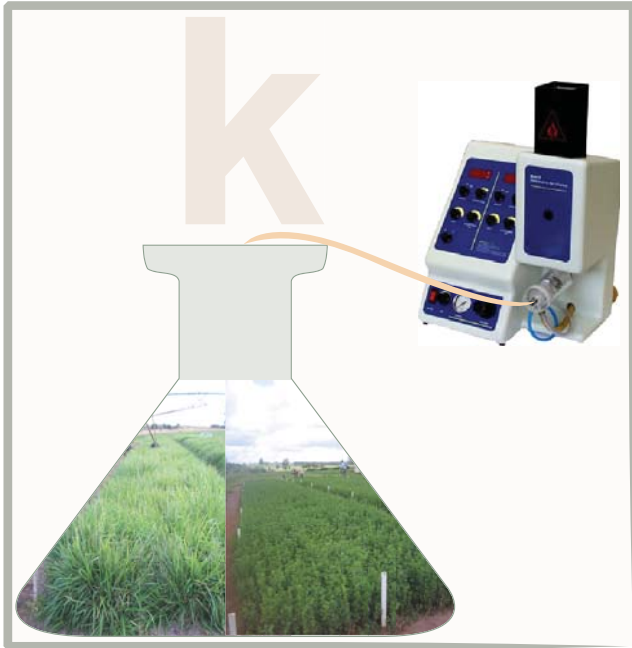


Fotos: Alberto C. de Campos Bernardi



Equivalência de métodos na extração de potássio da parte aérea de alfafa e de capim-tanzânia com água ou com solução ácida concentrada ou diluída

Alberto C. de Campos Bernardi¹
Gilberto Batista de Souza¹
Silvia Harumi Oka²
Joaquim Bartolomeu Rassini¹

Introdução

No metabolismo vegetal, o potássio (K) atua na regulação do potencial osmótico celular e é muito importante no balanço das cargas negativas dos ácidos orgânicos dentro das células e no balanço dos ânions absorvidos pelas raízes. Este macronutriente é também ativador de várias enzimas e portanto requerido em numerosos processos metabólicos. O potássio é absorvido pelas plantas na forma catiônica (K^+) e mantém-se nesta forma; ele não é metabolizado e forma complexos instáveis com ligações fracas (MARSCHNER, 1995). Dessa forma, a quantidade da fração solúvel desse nutriente aproxima-se da fração total e pode ser um indicativo adequado do estado nutricional da cultura.

A análise química quantitativa de tecidos vegetais é um dos métodos utilizados para avaliar o estado nutricional das plantas, pois constitui uma medida direta da disponibilidade de nutrientes no solo, uma vez que os resultados correspondem à quantidade de nutrientes absorvida pelas plantas. Dessa forma, o teor de nutrientes nos tecidos vegetais reflete sua real

disponibilidade no solo, porque existe relação direta entre o fornecimento de um nutriente pelo solo ou por um fertilizante e sua concentração na folha, e há relação também direta entre essa concentração e a produção da cultura. Tal técnica pode estar sujeita a limitações, tais como épocas de amostragem, interpretação, contaminação da amostra, e deficiências e excessos de nutrientes. Apesar disso, é uma das melhores ferramentas disponíveis para avaliar o estado nutricional de plantas e para orientar programas de adubação, em associação com os resultados da análise de solo (MALAVOLTA et al., 1997).

Para a determinação dos teores de K nas plantas, normalmente é necessária a transformação da matriz orgânica (amostra de tecidos vegetais) em uma forma inorgânica simples. O método tradicional utilizado para a decomposição do material vegetal é a via úmida. Mediante aplicação de uma solução concentrada de ácidos oxidantes (nitro-perclórica – $HNO_3 + HClO_4$ –, na proporção de 4:1, v.v⁻¹), a matéria orgânica da amostra é totalmente oxidada. Os elementos a serem determinados são solubilizados em meio ácido, em

¹ Pesquisadores da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP. <alberto@cppse.embrapa.br>, <gilberto@cppse.embrapa.br>, <rassini@cppse.embrapa.br>

² Química, UFSCar, São Carlos, SP.

formas inorgânicas simples e adequadas para análise (NOGUEIRA et al., 2005). No entanto, o constante aprimoramento dos métodos analíticos faz com que a busca por novas técnicas de análise rápidas, exatas, de custo reduzido e baixo impacto ambiental sejam constantemente revistas e avaliadas. Dessa forma, existem métodos alternativos, que consistem na extração de K com água ou com solução ácida diluída, como o HCl na concentração de 1,0 mol.L⁻¹ (MIYAZAWA et al., 1984b). Nesses métodos, apesar de não haver decomposição completa da matéria orgânica, o K e outros elementos são solubilizados; além disso, verifica-se alta correlação com outros métodos em que a decomposição da matéria orgânica é total (MIYAZAWA et al., 1984a).

O objetivo deste trabalho foi comparar três formas de extração de K (decomposição nitro-perclórica, extração com água e extração com solução diluída de HCl) de amostras da parte aérea de capim-tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) e de alfafa (*Medicago sativa* cv. Crioula).

Condução do trabalho

Foram utilizadas 300 amostras da parte aérea de plantas de alfafa e 101 amostras da parte aérea de plantas de capim-tanzânia, oriundas de experimentos com aplicação de doses de potássio. As amostras foram secadas em estufa de circulação forçada de ar, a 65 °C, moídas em moinho de facas de aço inoxidável do tipo Wiley, passadas em peneira de 1 mm e armazenadas em frascos plásticos.

Os procedimentos analíticos adotados, baseados em Nogueira et al. (2005) e Miyazawa et al. (1984b), estão esquematizados na Fig. 1. O extrato de K da decomposição nitro-perclórica foi obtido mediante adição de 6 mL da mistura de HNO₃ + HClO₄ na relação de 4:1 (v.v⁻¹) a 500 mg (± 0,1 mg) de material seco. A extração com água constou de aquecimento por 30min em banho-maria a 80 °C de 500 mg (± 0,1 mg) de amostra em 25 mL de água ultrapura, seguida de agitação por 20min e filtração. O extrato da solução ácida diluída foi obtido da adição de 25 mL de HCl na concentração de 1,0 mol.L⁻¹ a 500 mg (± 0,1 mg) de matéria seca, seguida de aquecimento por 30min em banho-maria a 80 °C, com posterior agitação por 20min e filtração em papel-filtro quantitativo de filtração rápida. Em todos os extratos a determinação do K ocorreu por fotometria de chama.

Para o estudo de concordância entre os métodos da decomposição nitro-perclórica, com água e com solução diluída de HCl utilizou-se a técnica de análise de correlação, o gráfico de dispersão e o ajuste de modelo por meio de regressão linear simples.

Apresentação e discussão dos resultados

A Fig. 2 representa a comparação das três formas de extração de K de amostras da parte aérea da alfafa, pelos métodos da decomposição nitro-perclórica, e da extração com água e com solução extratora de HCl na concentração de 1,0 mol.L⁻¹. A Fig. 2C mostra a correlação linear positiva e significativa entre o métodos com água e com HCl no intervalo de confiança de 95 % (t = 1,68). Quando comparados os dois métodos alternativos (HCl e água) com a decomposição nitro-perclórica obteve-se correlações lineares positivas com intervalos de confiança de 95 % (t = -2,81 e t = -4,01, respectivamente; Figs. 2A e 2B).

A Fig. 3 representa a comparação de três formas de extração de K de amostras da parte aérea do capim-tanzânia, pelos métodos da decomposição nitro-perclórica, e da extração com água e com solução extratora diluída de HCl. Os resultados seguiram a mesma tendência observada com a alfafa. Na comparação entre os métodos de extração com água e com solução diluída de HCl e a decomposição nitro-perclórica (Figs. 3A e 3B), não houve diferença estatística significativa, obtendo-se correlações lineares com intervalos de confiança de 95 % (t = 1,064 e t = 0,389, respectivamente). A melhor correlação foi obtida na comparação dos dois métodos alternativos (água e HCl – Fig. 3C), da qual resultou correlação linear positiva e com diferença estatística não significativa, no intervalo de confiança de 95 % (t = 1,501).

Provavelmente, a menor linearidade entre o método padrão (nitro-perclórico) e os métodos alternativos, nas amostras de ambas as espécies, ocorreu em virtude da formação do perclorato de potássio (KClO₄). Apesar de os percloratos de metais serem prontamente solúveis em água, o KClO₄ é uma exceção e apresenta baixa solubilidade. Esse fator pode ter contribuído para a baixa recuperação deste elemento e assim influenciado a correlação com os procedimentos de extração em água e em solução de HCl (KRUG, 2008; MELO e SILVA, 2008), uma vez que recuperação do K nos métodos com H₂O e HCl foram melhores do que a com digestão nitro-perclórica.

Apesar de o método da decomposição por via úmida com a mistura ácida nitro-perclórica ser o mais utilizado na dissolução de tecidos vegetais e de solubilizar quase totalmente a amostra, ele apresenta algumas limitações, como a emissão de vapores tóxicos, a necessidade de utilização de equipamentos especiais (capelas de gases e blocos digestores) e de reagentes de difícil aquisição (controlados pelo Ministério do Exército, pela Polícia Civil e pela Polícia Federal), além do perigo de explosão pelo emprego do ácido perclórico na forma oxidada e a quente. Já o método com solução de HCl diluído apresenta as vantagens de gerar menos poluição do ambiente (pela menor geração de gases e de vapores tóxicos ou corrosivos), de não requerer equipamentos específicos e de ser um método simples, rápido, de baixo custo e de fácil adaptação para análises de rotina. Porém, ele possui como limitação a extração parcial de alguns elementos, p. ex., Al, Fe e S (MIYAZAWA et al., 1984a).

Os resultados indicaram que o método de extração de K de amostras de tecido vegetal de capim-tanzânia e de alfafa com água quente pode ser utilizado, com a vantagem de ser uma extração que não gera resíduos tóxicos ao ambiente.

Conclusões

Os métodos de extração de K de amostras de tecido vegetal de capim-tanzânia e de alfafa com solução ácida diluída ou eventualmente com água apresentaram-se equivalentes ao método tradicional da decomposição nitro-perclórica e podem substituí-lo.

Agradecimentos

Ao *International Potash Institute* pelo apoio na execução deste trabalho.

Referências

- KRUG, F. J. **Métodos de preparo de amostras; fundamentos sobre preparo de amostras orgânicas e inorgânicas para análise elementar**. Piracicaba: Ed. Francisco José Krug, 2008. 340 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. New York: Academic Press, 1995. 889 p.
- MELO, L. C. A.; SILVA, C. A. Influência de métodos de digestão e massa de amostra na recuperação de nutrientes em resíduos orgânicos. **Química Nova**, v. 31, n. 3, p. 556-561, 2008.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F. M. Avaliação de métodos com e sem digestão para extração de elementos em tecidos de plantas. **Ciência e Cultura**, v. 36, p. 1953-1958, 1984a.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F. M. Determination of Ca, Mg, K, Mn, Cu, Zn and P in coffee, soybean, corn, sunflower and pasture grass leaf tissues by a HCl extraction method. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 15, p. 141-147, 1984b.
- NOGUEIRA, A. R. A.; MATOS, A. O.; CARMO, C. A. F. S.; SILVA, D. J.; MONTEIRO, F. L.; SOUZA, G. B.; PITA, G. V. E.; CARLOS, G. M.; OLIVEIRA, H.; COMASTRI FILHO, J. A.; MIYAZAWA, M.; OLIVEIRA NETO, W. Tecido vegetal. In: NOGUEIRA, A. R. A.; SOUZA, G. B. (Ed.). **Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. p. 145-199.

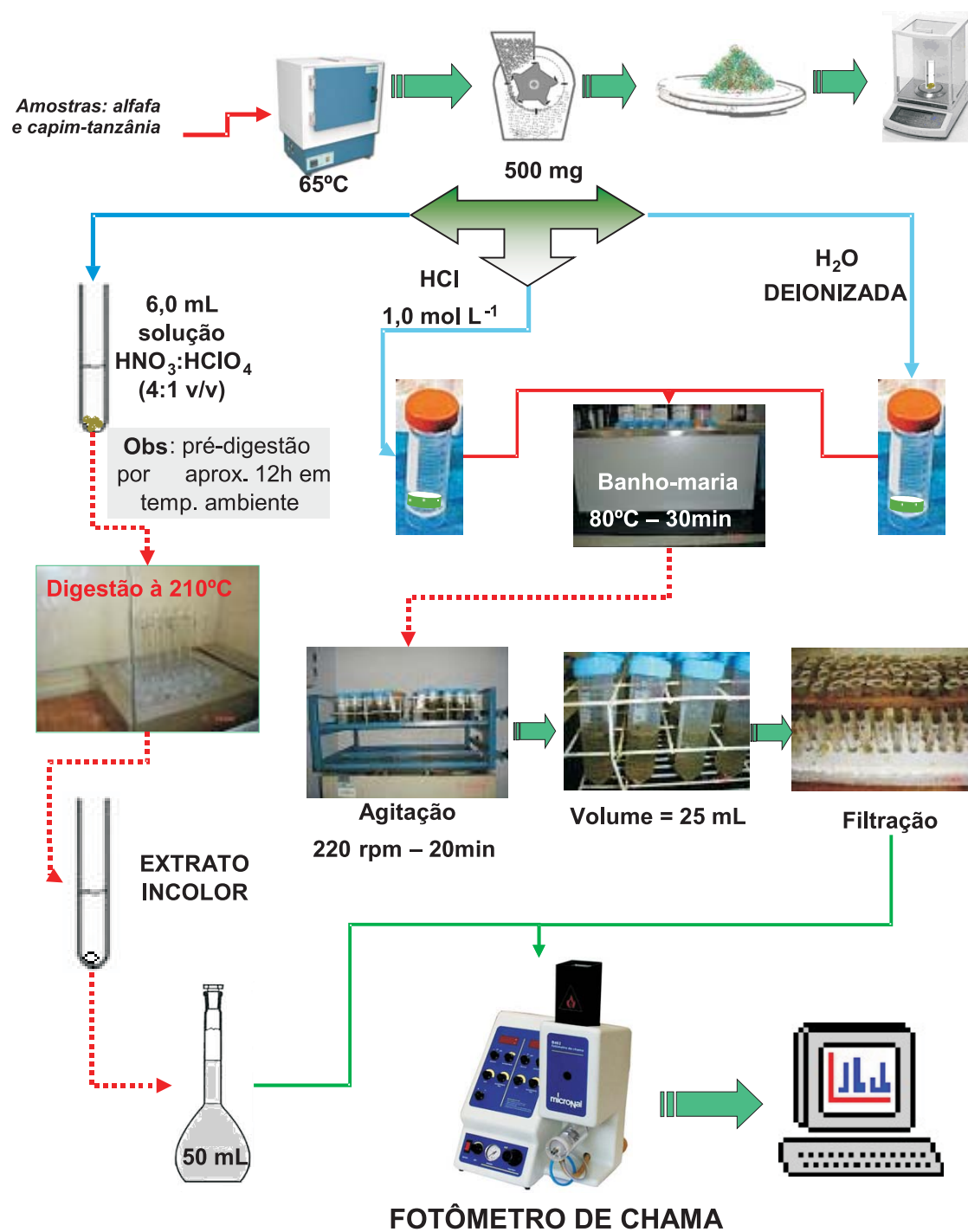


Fig. 1. Esquema das três formas de extração de K utilizadas (nitro-perclórica – $\text{NO}_3:\text{ClO}_4$, água – H_2O e HCl na concentração de $1,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ – HCl) nas amostras da parte aérea de alfafa e de capim-tanzânia.

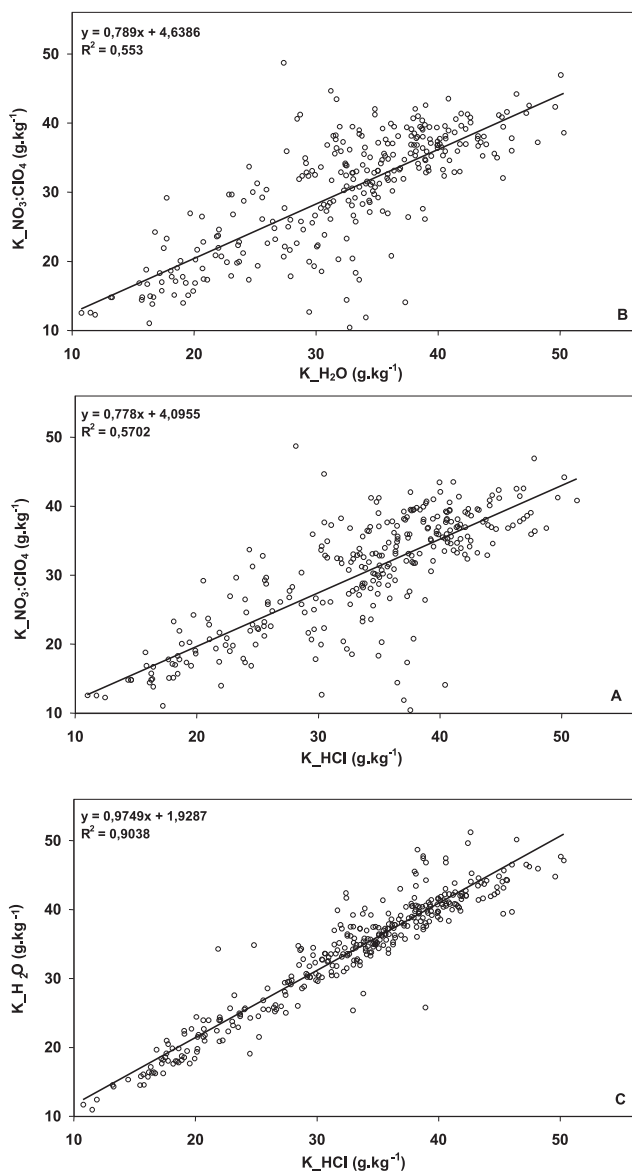


Fig. 2. Comparação de três formas de extração de K (nitro-perclórica — $\text{NO}_3:\text{ClO}_4$, água — H_2O e HCl na concentração de $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ — HCl) de amostras da parte aérea de alfafa ($n = 300$).

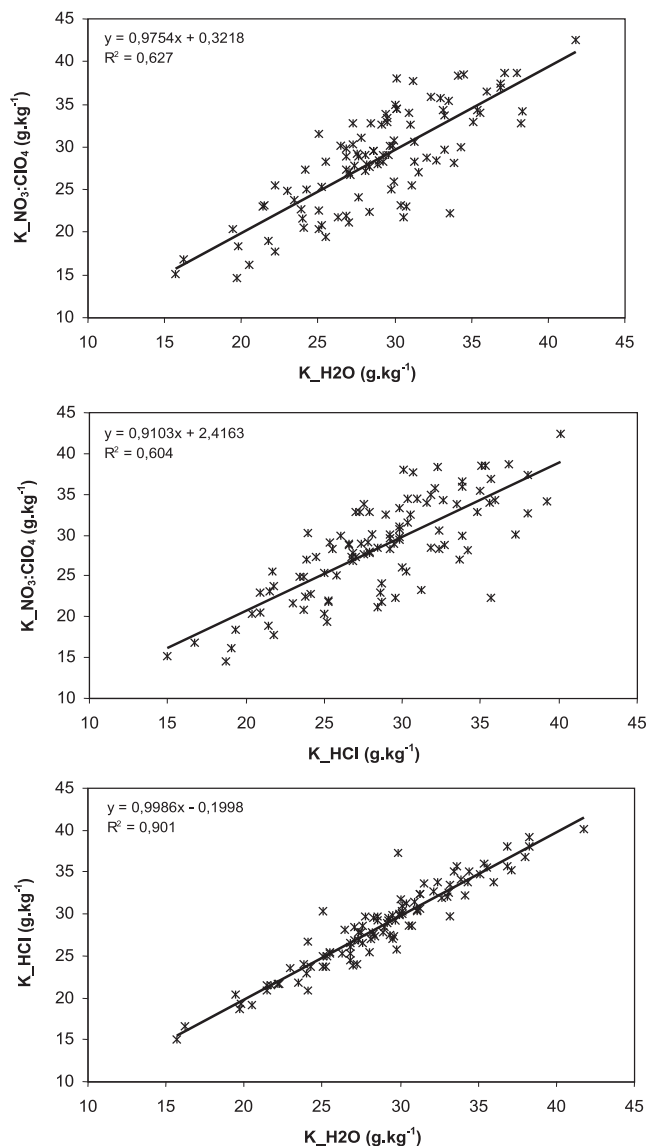


Fig. 3. Comparação de três formas de extração de K (nitro-perclórica — $\text{NO}_3:\text{ClO}_4$, água — H_2O e HCl na concentração de $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ — HCl) de amostras da parte aérea de capim-tanzânia ($n = 101$).

Comunicado Técnico, 86

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Pecuária Sudeste
 Endereço: Rod. Washington Luiz, km 234
 Fone: (16) 3411-5600
 Fax: (16) 3361-5754
 Endereço eletrônico: sac@cnpse.embrapa.br

1ª edição on line (2008)



Comitê de publicações

Presidente: Rui Machado
Secretário-Executivo: Edison Beno Pott
Membros: Maria Cristina Campanelli Brito, Milena Ambrosio Telles, Sônia Borges de Alencar, Waldomiro Barioni Júnior.

Expediente

Revisão de texto: Edison Beno Pott
Editores eletrônicos: Maria Cristina Campanelli Brito.