

# NÍVEIS CRÍTICOS DE POTÁSSIO PARA A SOJA EM LATOSSOLO HÚMICO DE SANTA CATARINA<sup>(1)</sup>

E. E. SCHERER<sup>(2)</sup>

## RESUMO

Visando avaliar a resposta da soja à adubação potássica e estabelecer níveis críticos do nutriente no solo e na planta, foi desenvolvido um experimento de campo, por doze anos consecutivos, em um Latossolo Húmico distrófico, no município de Campos Novos (SC). Os tratamentos consistiram de quatro doses de adubo potássico, aplicadas antes do primeiro cultivo, em combinação com três doses de K, aplicadas anualmente, a partir do quinto ano. Definiu-se o nível crítico do nutriente no solo e na planta, tomando como base a produção relativa de 90%. Os teores de K do solo correlacionaram-se, significativamente, com a concentração de K na folha e com o rendimento de grãos, revelando-se adequados na predição da disponibilidade de K para as plantas. Os níveis críticos de K no solo e na folha foram de 63 mg dm<sup>-3</sup> e 14 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Foram estabelecidas quatro classes de teores de K no solo e no tecido foliar: muito baixo, quando menor que 38 mg dm<sup>-3</sup>, no solo, e 9 g kg<sup>-1</sup>, na folha; baixo, quando entre 39 e 49 mg dm<sup>-3</sup>, no solo, e 9 e 12 g kg<sup>-1</sup>, na folha; médio, quando entre 50 e 63 mg dm<sup>-3</sup>, no solo, e 12 e 14 g kg<sup>-1</sup>, na folha, e alto, quando acima de 63 mg dm<sup>-3</sup>, no solo, e acima de 14 g kg<sup>-1</sup>, na folha. A redução na disponibilidade do K, no solo e na concentração na folha, acarretou maior absorção de Mg pelas plantas com conseqüente redução na relação K/Mg na folha.

**Termos de indexação:** *Glycine max* (L.) Merrill, potássio disponível, K na folha, sintomas de deficiência.

## SUMMARY: POTASSIUM CRITICAL LEVELS FOR SOYBEAN ON A HAPLOHUMOX SOIL IN SANTA CATARINA

*Soybean response to potassium fertilization was evaluated over a twelve-year period in a field experiment on a Haplohumox soil, in Campos Novos, State of Santa Catarina, Brazil. Treatments consisted of a combination of four levels of K<sub>2</sub>O applied in the first year (0, 80, 160 and 320 kg ha<sup>-1</sup>), and three levels of K<sub>2</sub>O (0, 40 and 80 kg ha<sup>-1</sup>) applied annually from the fifth year. The critical level of K in the soil and in the leaves was determined based on the K concentration responsible for 90% of the soybean yield. Potassium in the soil was highly correlated with yield and K concentration in the leaves, and may be a suitable procedure to predict the availability of K to the plants. The critical level of K in the soil was 63 mg dm<sup>-3</sup> of K, and in the*

<sup>(1)</sup> Recebido para publicação em fevereiro de 1997 e aprovado em novembro de 1997.

<sup>(2)</sup> Pesquisador da EPAGRI-Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades (CPPP). Caixa Postal 791, CEP 89801-970 Chapecó (SC).

leaves at flowering it was  $14 \text{ g kg}^{-1}$ . Normal leaves, with no visual symptoms, had K concentrations from  $12$  to  $19 \text{ g kg}^{-1}$ . A decrease in the soil K supplying capacity increased Mg concentration and decreased K/Mg ratio in the leaves. Four classes of K content in the soil and in the leaf tissue were defined: very low, when K concentration was below  $38 \text{ mg dm}^{-3}$  in the soil and below  $9 \text{ g kg}^{-1}$  in the leaves; low, when between  $39$  and  $49 \text{ mg dm}^{-3}$  in the soil, and between  $9$  and  $12 \text{ g kg}^{-1}$  in the leaves; medium, when between  $50$  and  $63 \text{ mg dm}^{-3}$  in the soil and between  $12$  and  $14 \text{ g kg}^{-1}$  in the leaves; high, when higher than  $63 \text{ mg dm}^{-3}$  in the soil, and higher than  $14 \text{ g kg}^{-1}$  in the leaves.

*Index terms:* Glycine max (L.) Merrill, potassium availability, K in leaf, deficiency symptoms.

## INTRODUÇÃO

Estudos de calibração com potássio, com vistas em definir critérios mais adequados dentro de um programa de adubação, poderão ser mais bem compreendidos se houver um acompanhamento da dinâmica do elemento no solo e da resposta da cultura no decorrer de vários cultivos.

Em geral, a literatura relata poucos trabalhos de pesquisa com adubação potássica desenvolvidos por um período superior a três anos (Ben, 1981). Poucos, também, são os casos com respostas positivas à adubação potássica, nos primeiros anos de cultivo, e, quando ocorrem, são, em geral, de pequena magnitude (Voll & Bays, 1976; Ben, 1981; Scherer et al., 1982; Siqueira, 1982). Todavia, muitos desses solos, em que não há resposta a K nos primeiros anos de cultivo, apresentam alta predisposição ao esgotamento desse elemento, podendo o mesmo ocorrer em curto período de tempo, quando não houver adequada reposição do nutriente pela adubação (Mielniczuk & Selbach, 1978; Siqueira, 1982).

Para os solos dos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, a Comissão de Fertilidade do Solo (1995) definiu o nível crítico de K-extraível pelo método Mehlich-1 em  $80 \text{ mg dm}^{-3}$ . Alguns trabalhos têm mostrado que, quando os teores de K-extraível no solo estão acima de  $60 \text{ mg dm}^{-3}$ , as respostas da soja à aplicação de K são, em geral, pouco expressivas (Ben, 1981), concordando com o nível crítico estabelecido para os solos do Estado de São Paulo (Raj, 1991). Borkert et al. (1993a) estabeleceram um nível crítico de  $40 \text{ mg kg}^{-1}$  para um latossolo de textura argilosa do Estado do Paraná, enquanto Souza (1984) estabeleceu um nível crítico de  $50 \text{ mg kg}^{-1}$  de K-disponível para um latossolo argiloso de cerrado do Brasil Central. Assim, fica caracterizado que o nível crítico de K no solo pode variar grandemente de acordo com as condições de solo e local.

Para acompanhar as relações desse elemento no sistema solo-planta e avaliar o estado nutricional das plantas, a determinação dos teores na planta pode ser recomendável. Nesse caso, o método mais utilizado é a diagnose foliar. Porém, dadas as dificuldades na interpretação dos resultados, principalmente no que se refere ao estabelecimento de níveis críticos, esse método sofre restrições.

As informações sobre diagnose foliar e níveis críticos de K no tecido de soja no Brasil ainda são escassas. Bataglia & Dechen (1986) definiram como nível crítico para a soja uma concentração de  $17 \text{ g kg}^{-1}$  no tecido foliar. Malavolta et al. (1989) estabeleceram, como ideal para o ótimo desenvolvimento da cultura, concentrações entre  $17$  e  $25 \text{ g kg}^{-1}$  de K na folha, o que foi confirmado por Borkert et al. (1993b). Esses autores constataram deficiências severas de K nas plantas, quando os teores estavam abaixo de  $12 \text{ g kg}^{-1}$ .

Segundo Mascarenhas et al. (1980), para cada tonelada de grãos de soja produzida há uma retirada de  $18 \text{ kg}$  de K do solo. Dessa forma, à medida que a agricultura se intensifica e as produtividades aumentam, verifica-se uma importância crescente da adubação potássica, sendo necessário definir padrões seguros para quantificar as necessidades de adubação da cultura da soja.

Fatores de solo, clima, planta (Bataglia & Dechen, 1986), além de interações com outros nutrientes, podem interferir na absorção e acúmulo de K pelas plantas (Rosolem, 1982). Alterações na absorção de K em função da disponibilidade de Ca e de Mg no solo são bastante freqüentes e foram observadas por diversos autores (Omar & El Kobbia, 1966; Rosolem, 1982; Mascarenhas et al., 1988). Os autores relataram que a maior disponibilidade desses dois cátions no solo afeta a absorção de K, diminuindo as suas concentrações no tecido das plantas.

Este trabalho teve como objetivo determinar os níveis críticos de K no solo e no tecido foliar da soja, bem como relacioná-los com a absorção de outros nutrientes.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento que serviu de base para este estudo foi desenvolvido no município de Campos Novos (SC), com doze cultivos consecutivos de soja, em Latossolo Húmico distrófico com  $69\%$  de argila e boa disponibilidade de K ( $125 \text{ mg dm}^{-3}$ ). Foram avaliados e analisados dados de rendimento de grãos e teores de K no solo e na planta. Maiores detalhes sobre a condução do experimento, seqüência de culturas e procedimentos adotados na coleta e avaliação dos dados encontram-se em Scherer (1998).

Para determinar o teor de K do solo, foram coletadas amostras na camada arável de 0-20 cm, após cada colheita de soja, em número de 20 subamostras por unidade experimental. As amostras foram secas em estufa a 40°C, moídas e peneiradas em peneira de 2 mm e, a seguir, analisadas pelo método Mehlich-1, conforme método da Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC (1995).

Além da observação visual dos sintomas de deficiência, foram coletadas amostras para diagnose foliar. As amostras, num total de 20 subamostras por parcela, foram colhidas no período do florescimento, tomando-se as terceiras folhas a partir do ápice das plantas. As folhas foram lavadas, secas em estufa a 65°C e moídas para análise. A digestão das amostras foi feita por via úmida, seguindo método descrito por Tedesco et al. (1982).

As produções de grãos de soja, avaliadas anualmente, foram ajustadas para 13% de umidade. O nível crítico para K foi obtido pelo cálculo do teor do elemento no solo ou na planta necessário para promover 90% da produção máxima.

Os resultados foram submetidos a análises de variância, regressão e correlação. As relações entre as características da planta (Y) e as do solo (X) foram testadas mediante modelos de regressão linear e curvilíneo, transformando-se as produções de grãos de cada ano em valores relativos com base na produção máxima de cada ano (100%).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando os rendimentos relativos, calculados anualmente para os doze cultivos sucessivos de soja, elaborou-se a curva de calibração do K-disponível no solo determinado pelo método Mehlich-1 (Figura 1). O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,82 foi altamente significativo.

Definindo como nível crítico o valor de K do solo no qual ocorre uma redução no rendimento de, no máximo, 10%, esse valor foi de 63 mg dm<sup>-3</sup>. Esse valor é inferior ao atual nível crítico (80 mg dm<sup>-3</sup>), definido pela Comissão de Fertilidade do Solo (1995) para os solos de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, porém está bastante próximo ao nível crítico de 60 mg kg<sup>-1</sup> de K, estabelecido para os solos do Estado de São Paulo (Raij, 1991). Observa-se ser esse valor superior aos níveis críticos de 40 e 50 mg kg<sup>-1</sup>, definidos por Borkert et al. (1993a), para um Latossolo Roxo do Estado do Paraná, e por Souza (1984), para um latossolo de cerrado do Brasil Central, respectivamente.

Pela curva ajustada, pode-se estabelecer uma faixa de suficiência para altas produções, variando de 60 a 80 mg dm<sup>-3</sup> de K no solo, acima da qual as probabilidades de resposta à adubação potássica são mínimas ou são pouco expressivas (menos de 5%). Contudo, a máxima resposta da cultura, determinada pela função ajustada, somente foi atingida com 122 mg dm<sup>-3</sup> de K no solo, concordando com o limite superior estabelecido por Raij (1991).

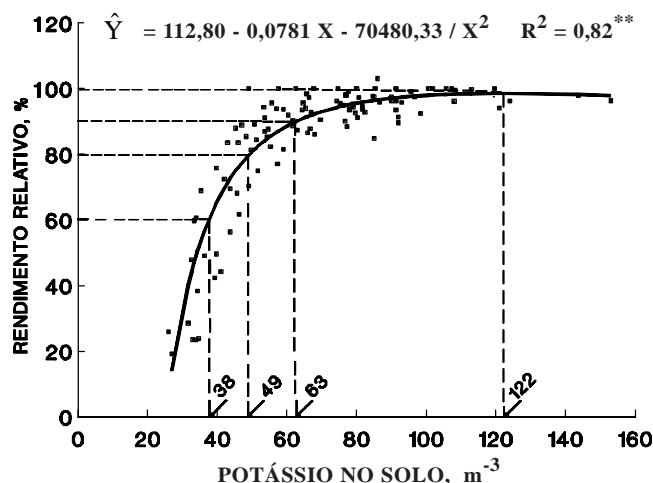


Figura 1. Rendimento relativo de soja em função do teor de potássio disponível no solo. Resultado de doze safras. Média de três repetições.

Os dados da figura 1 indicam, ainda, que, para atingir 80% do rendimento máximo, um teor mínimo de, aproximadamente, 50 mg dm<sup>-3</sup> de K no solo foi suficiente, porém qualquer decréscimo nesse teor pode acarretar grandes decréscimos na produção, se a cultura não for adubada com esse nutriente. Isso pode ser atribuído ao pequeno intervalo entre o nível de K no solo onde a soja atinge 80% do rendimento máximo (50 mg dm<sup>-3</sup>) e aquele em que o rendimento cai para 30% (30 mg dm<sup>-3</sup>). A simples redução de 50 para 30 mg dm<sup>-3</sup> de K do solo propiciou uma redução de 50% no rendimento de grãos. Resposta semelhante foi observada por Borkert et al. (1993a) em solo argiloso do Estado do Paraná.

Essa redução no teor de K do solo, porém, não acontece de uma safra para outra (Scherer, 1998), podendo ser corrigida com acompanhamento periódico dos teores do elemento no solo, o que, normalmente, é feito pelo produtor.

Embora, neste trabalho, não tenha sido determinado o teor de K não-trocável, presume-se que sua contribuição tenha sido expressiva, influenciando a resposta da cultura, principalmente nos últimos cultivos, nos tratamentos com teores de K-disponível abaixo do nível crítico. Trabalhos desenvolvidos por Rosolem et al. (1988) e Fernandes et al. (1993) revelam que, em solos com baixos teores de K-trocável, a soja pode aproveitar boa parte do nutriente de formas não-trocáveis. Porém, como a liberação do K dessas formas é relativamente lenta, sempre há prejuízos na produtividade, quando a cultura não for devidamente adubada com esse nutriente (Rosolem et al., 1988).

Com base na resposta obtida (Figura 1), foi possível estabelecer quatro classes de teores de K no solo: muito baixo, quando menor que 38 mg dm<sup>-3</sup>, com rendimentos inferiores a 60% do teto máximo; baixo, entre 39 e 49 mg dm<sup>-3</sup>, com rendimentos entre 60 e 80% do teto máximo; médio, entre 50 e 63 mg dm<sup>-3</sup>, com rendimentos entre 80 e 90% do teto máximo; alto, acima de 63 mg dm<sup>-3</sup>, com rendimentos superiores a

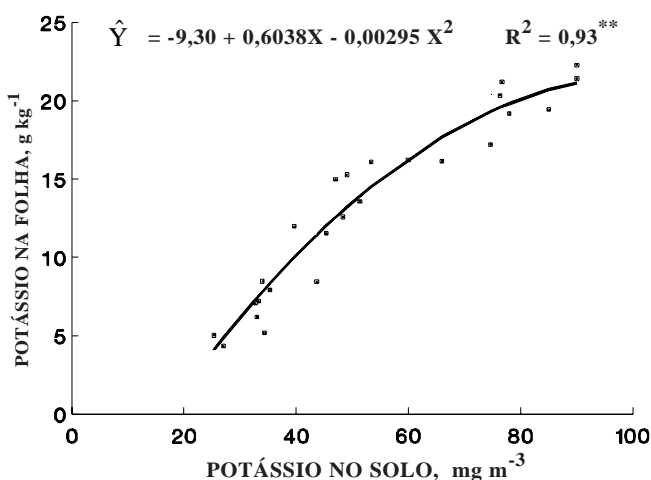
90% do teto máximo. O intervalo entre 60 e 80 mg dm<sup>-3</sup> de K-disponível caracteriza uma faixa de suficiência, acima da qual a probabilidade de resposta à adubação potássica é pequena, não havendo necessidade de adubar com K.

Com a sucessão de cultivos e exaustão do K do solo pela extração das culturas, verificou-se grande redução na concentração de K no tecido foliar, com reflexos na produção de grãos. Com os resultados de análise foliar das amostras das quatro últimas safras, obteve-se bom ajustamento nas equações de regressão entre teor de K no tecido foliar e teor de K-extraível do solo ( $R^2 = 0,93^{**}$ ) e, com a utilização dos dados de produção de grãos em valores relativos, rendimento relativo, também entre estes e o teor de K-foliar ( $R^2 = 0,93^{**}$ ) (Figuras 2 e 3).

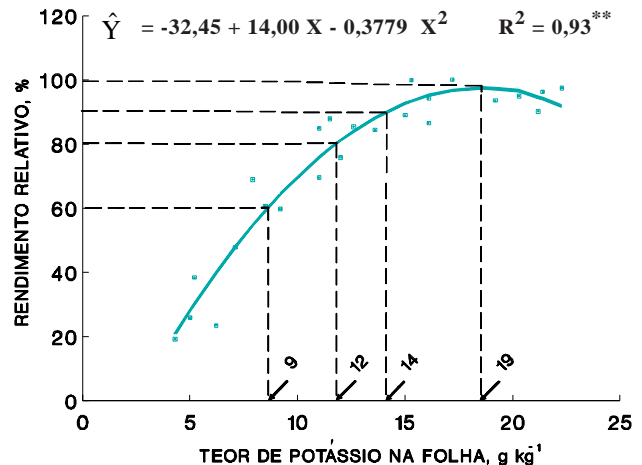
Observa-se na figura 2, que os teores de K no tecido foliar da planta foram significativamente afetados pela disponibilidade do nutriente no solo. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) indica que 93% da variação do teor de K na folha pode ser atribuída à variação do teor de K do solo.

Utilizando os rendimentos relativos e os teores de K-foliar das últimas quatro safras de soja, ajustou-se a curva de calibração para definição dos níveis de suficiência na folha por ocasião do florescimento das plantas (Figura 3). Os dados mostram que com 14 mg kg<sup>-1</sup> de K-foliar foi conseguido 90% do rendimento máximo, sendo o nível 100% obtido a partir de 19 mg kg<sup>-1</sup> de K no tecido foliar.

Na prática, porém, é muito difícil fixar um teor exato que possa ser considerado como nível crítico do nutriente na planta, uma vez que o valor pode ser influenciado por níveis de outros elementos, pelas características intrínsecas do cultivar e por fatores de solo e clima (Bataglia & Dechen 1986; Borkert et al., 1993b). Por isso, convém optar por faixa ou área crítica, como sugeriram Bataglia & Dechen (1986).



**Figura 2. Teor médio de potássio no tecido foliar de soja em função do teor do nutriente no solo. Resultado de quatro safras. Média de três repetições.**



**Figura 3. Rendimento relativo de soja em função do teor de potássio no tecido foliar. Resultado de quatro safras. Média de três repetições.**

Deficiências severas de K nas plantas somente foram observadas com teores de K-foliar inferiores a 9 g kg<sup>-1</sup>. Com teores de K-foliar na faixa de 9 a 12 g kg<sup>-1</sup>, os sintomas de deficiência também foram visíveis, mas se restringiram ao aparecimento de manchas cloróticas e necroses nas bordas das folhas mais velhas. Com teores de K-foliar na faixa intermediária, as produtividades variaram entre 60 e 80% do rendimento máximo. Quando os teores estavam acima de 12 g kg<sup>-1</sup>, suficientes para atingir uma produtividade acima de 80% da máxima esperada, foi observada a "fome oculta", ou seja, redução na produção de grãos, com crescimento normal das plantas, sem sintomas visuais de deficiência, concordando com as observações feitas por Borkert et al. (1993b).

Limitações drásticas no crescimento das plantas e na produção de grãos ocorreram, quando os valores de K-foliar se aproximaram de 5 g kg<sup>-1</sup>, acarretando, nessa situação, maior abortamento de flores e vagens, retardamento das brotações e morte da gema apical das plantas. Mascarenhas et al. (1988), Raji (1991) e Borkert et al. (1993b) encontraram os mesmos sintomas em plantas de soja com deficiências severas de K.

Da mesma forma que para as classes de disponibilidade de K no solo, estabeleceram-se quatro faixas de teores de K no tecido foliar: muito baixo, quando menor que 9 g kg<sup>-1</sup>, com rendimentos inferiores a 60% do teto máximo; baixo, entre 9 e 12 g kg<sup>-1</sup>, com rendimentos médios entre 60 e 80% do teto máximo; médio, entre 12 e 14 g kg<sup>-1</sup>, com rendimentos entre 80 e 90% do teto máximo, e alto, quando acima de 14 g kg<sup>-1</sup>, com rendimentos superiores a 90% do teto máximo. O intervalo entre 14 e 19 g kg<sup>-1</sup> de K-foliar foi definido como faixa de suficiência para altas produtividades. Tais resultados, em termos gerais, estão bastante próximos às faixas de suficiência estabelecidas para a soja por Borkert et al. (1993b), no Estado do Paraná, e por Malavolta (1980) e Van Raji (1991), no Estado de São Paulo.

Avaliando o efeito do K na absorção de Ca e de Mg, que normalmente interagem com esse nutriente (Mascarenhas et al., 1988), verifica-se efeito depressivo desse na concentração de Mg na folha, enquanto a concentração de Ca não foi significativamente afetada (Figura 4). Decréscimo na relação K/Mg na folha indica menor absorção de K em função de sua menor disponibilidade no solo (Figura 2). Esta foi compensada pela maior absorção de Mg pelas plantas (Figura 4), concordando com a afirmação de Rosolem et al. (1992) de que a absorção de Mg pela planta é mais uma função da disponibilidade de K do que propriamente de Mg e confirma a interação negativa observada por diversos autores (Omar & El Kobbia, 1966; Mascarenhas et al., 1988; Rosolem et al., 1992).

A representação gráfica da figura 5 mostra que a relação Ca/Mg nas folhas aumentou linearmente com o teor de K-foliar, evidenciando a ocorrência de efeito substitutivo entre Mg e K, enquanto para o Ca parece mais um efeito de concentração ou de diluição, em função da redução ou aumento do volume de massa vegetal produzida.

Relações entre K e Mg na folha da ordem de 2,5 a 3,0 parecem as mais indicadas para a obtenção de altas produtividades. As relações extremas de 0,36 e 3,84 entre K/Mg, encontradas no presente estudo, podem indicar um possível desequilíbrio nutricional, com decréscimos no rendimento de grãos (Figura 6). Rosolem et al. (1992) obtiveram as maiores produtividades de soja quando a relação K/Mg na folha esteve entre 3,5 e 6,5 e entre 4,5 e 7,5 para os cultivares Cristalina e IAC 8, respectivamente.

Os dados mostram que o melhor entendimento das relações entre os vários nutrientes enriquece a diagnose foliar e dá maior segurança às interpretações individuais (Raij, 1991).

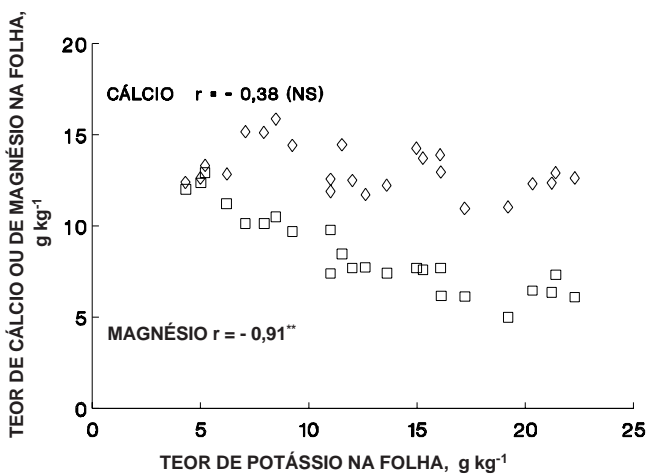


Figura 4. Relações entre os teores de cálcio ou de magnésio e os de potássio no tecido foliar de soja. Resultado de quatro safras. Média de três repetições.

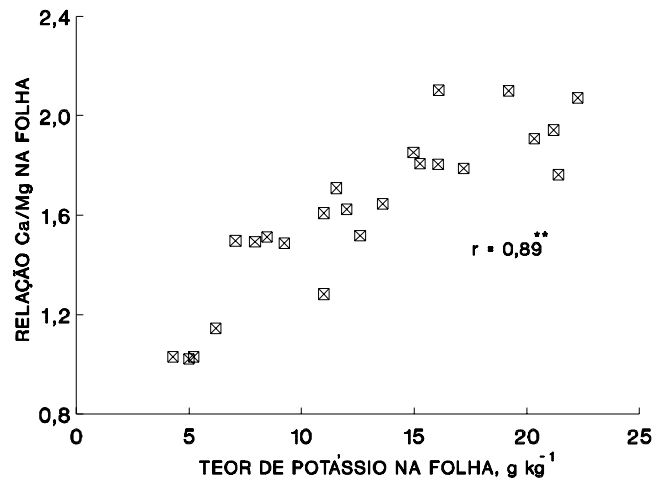


Figura 5. Relação entre Ca/Mg e o teor de potássio no tecido foliar de soja. Resultado de quatro safras. Média de três repetições.

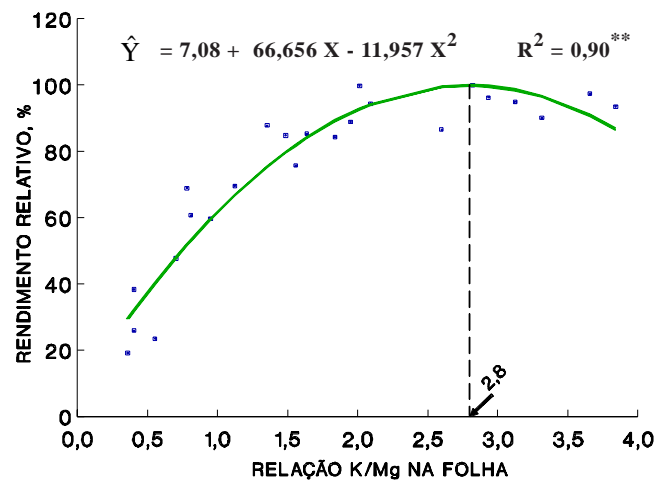


Figura 6. Rendimento relativo de soja em função da relação K/Mg no tecido foliar de soja. Resultado de quatro safras. Média de três repetições.

## CONCLUSÕES

1. Existe relação entre os teores de K do solo (Mehlich-1) e da folha, bem como entre eles e a produção de grãos.
2. O teor de K considerado suficiente, para obter rendimentos de soja de 90% do teto máximo, situa-se em 14 g kg<sup>-1</sup>, na folha, e 63 mg dm<sup>-3</sup>, no solo.
3. As quatro classes de teores de K no solo e no tecido foliar de soja definidas são:  **muito baixo**, quando menor que 38 mg dm<sup>-3</sup>, no solo, e 9 g kg<sup>-1</sup>, na folha; **baixo**, quando entre 39 e 49 mg dm<sup>-3</sup>, no solo, e 9 e 12 g kg<sup>-1</sup>, na folha; **médio**, quando entre 50 e 63 mg dm<sup>-3</sup>, no solo, e 12 e 14 g kg<sup>-1</sup>, na folha, e **alto**, quando acima de 63 mg dm<sup>-3</sup>, no solo, e acima de 14 g kg<sup>-1</sup>, na folha.

4. O teor de Mg na folha da soja aumenta proporcionalmente com a diminuição dos teores de K.

### LITERATURA CITADA

- BATAGLIA, O.C. & DECHEN, A.R. Critérios alternativos para diagnose foliar. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, Piracicaba, 1986. Anais. Campinas, Fundação Cargill, 1986. p.115-136.
- BEN, J.R. Resultados de pesquisa com potássio em soja no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 9., Passo Fundo, 1981. Ata. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1981. p.174.
- BORKERT, C.M.; SFREDO, G.J. & SILVA, D.N. Calibração de potássio trocável para soja em Latossolo Roxo distrófico. R. Bras. Ci. Solo, 17:223-226, 1993a.
- BORKERT, C.M.; SILVA, D.N. & SFREDO, G.J. Calibração de potássio nas folhas de soja em Latossolo Roxo distrófico. R. Bras. Ci. Solo, 17:227-230, 1993b.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 3. ed. Passo Fundo, SBCS-Núcleo Regional Sul, 1995. 224p.
- FERNANDES, D.M.; ROSSETO, C.A.V.; ISHIMURA, I. & ROSOLEM, C.A. Nutrição da soja e formas de potássio no solo em função de cultivares e adubação potássica. R. Bras. Ci. Solo, 17:405-410, 1993.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1989. 201p.
- MASCARENHAS, H.A.A.; NEPTUNE, A.M.L.; MURAOKA, T.; BULISANI, E.A. & HIROCE, R. Absorção de nutrientes por cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). R. Bras. Ci. Solo, 4:92-96, 1980.
- MASCARENHAS, H.A.A.; BULISANI, E.A.; MIRANDA, M.A.C.; PEREIRA, J.C.V.N.A. & BRAGA, N.R. Deficiência de potássio em soja no Estado de São Paulo: melhor entendimento do problema e possíveis soluções. O Agrônomo, 40:34-43, 1988.
- MIELNICZUK, J. & SELBACH, P.A. Capacidade de suprimento de potássio de seis solos do Rio Grande do Sul. R. Bras. Ci. Solo, 2:115-120, 1978.
- OMAR, M.A. & EL KOBBA, T. Some observations on the interrelationships of potassium and magnesium. Soil Sci., 101:437-440, 1966.
- RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba, Ceres/Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1991. 343p.
- ROSOLEM, C.A. Nutrição mineral e adubação da soja. 2.ed. Piracicaba, Instituto de Potassa e do Fósforo, 1982. 80p. (Boletim Técnico, 6)
- ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R. & RIBEIRO, D.B.O. Formas de potássio no solo e nutrição potássica da soja. R. Bras. Ci. Solo, 12:121-125, 1988.
- ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R.; MAIA, I.G. & NAKAGAWA, J. Respostas da soja ao magnésio do solo. R. Bras. Ci. Solo, 16:47-54, 1992.
- SCHERER, E.E. Resposta da soja à adubação potássica em Latossolo Humico distrófico num período de doze anos. R. Bras. Ci. Solo, 22:49-55, 1998.
- SCHERER, E.E.; JUCKSCH, I. & CASTILHOS, E.G. Avaliação da disponibilidade e do efeito residual do potássio no rendimento de grãos de soja. In: SOJA - Resultados de Pesquisa obtidos em Santa Catarina no ano agrícola 1981/82. Chapecó, EMPASC-Estação Experimental de Chapecó, 1982. 15p.
- SIQUEIRA, O.J.F. Nutrição e adubação potássica do trigo no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Londrina, 1982. Anais, Piracicaba, Instituto da Potassa e do Fósforo/Instituto Internacional da Potassa, 1982. p.449-486.
- SOUZA, D.M.G. Calagem e adubação da soja nos cerrados. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1984. 9p. (Comunicado Técnico, 38)
- TEDESCO, M.J. Extração simultânea de N, P, K, Ca e Mg em tecido de plantas por digestão com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> - H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1982. 23p. (Informativo, 1/82).
- VOLL, E. & BAYS, I.A. Correção e adubação do solo para a cultura da soja em Latosol Roxo distrófico. Pesq. Agrop. Bras., 11:93-99, 1976.