

EFEITO RESIDUAL DE ROCHAS BRASILEIRAS COMO FERTILIZANTES E CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO

**Adônis Moreira¹, César de Castro², Fábio Álvares de Oliveira²,
Luana Held Salinet³ & Gedi Jorge Sfredo²**

¹Embrapa Pecuária Sudeste
Caixa Postal 339, 13560-970, São Carlos, SP.
adonis@cnpse.embrapa.br

²Embrapa Soja, Caixa Postal 231,
86001-970, Londrina, PR.
{ccastro, falvares, sfredo}@cnpso.embrapa.br

³Universidade Estadual de Londrina
Caixa Postal 6001, 86051-990, Londrina, PR.
luana@cnpso.embrapa.br

Recebido 20 de junho de 2006, revisado 22 de agosto, aceito 28 de setembro

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito residual de rochas brasileiras aplicadas como fertilizantes e corretivos do solo. O experimento foi conduzido em Neossolo Quartarênico cultivado com soja em sucessão ao girassol sob condições de casa de vegetação, em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de cinco rochas (brecha alcalina, arenito vulcânico, carbonatito, biotita xisto e ultramáfica alcalina) aplicadas em doses correspondentes ao fornecimento de 150 mg kg⁻¹ de K₂O e tendo como referência, a fonte cloreto de potássio considerada como padrão, além de uma testemunha sem K. Os resultados mostraram que exceto a biotita xisto e a brecha alcalina, as rochas apresentaram poder alcalinizante do solo. O arenito vulcânico corrigiu a acidez do solo, mas não é indicado como fonte de K. A aplicação de altas quantidades de rochas ocasiona desbalanço dos nutrientes no solo.

Palavras-Chave: fertilidade do solo, disponibilidade de nutrientes, *Glycine Max*, efeito residual, fertilizante alternativo.

ABSTRACT – The objective this work was to evaluate de effect of rocks as fertilizers

and soil acidity amendments. The experiment was carried out in an Ustoxic Quartzipsamment (Neossolo Quartzarênico) cultivated with soybean in succession with sunflower under greenhouse conditions, in an experimental randomized design with four replicates. The treatments consisted of five sources of rocks (alkaline breccia, volcanic sandstone, carbonatite, biotite schist and ultramaphic alkaline). The application of standard potassium closes of 150 mg kg⁻¹ of K₂O and the control without treatment. The results showed that rocks displayed soil alkalizing capacity, except for biotite schist and alkaline breccia. Volcanic sandstone corrected the soil acidity but it is not indicated as source of K, while the application of high amounts of rocks caused unbalance of soil nutrients.

Keywords: soil fertility, nutrient available, *Glycine max*, residual effect

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas tem crescido a preocupação com os efeitos da atividade agrícola intensiva, em particular, com o uso de insumos quimicamente processados e seus impactos ambientais (Resende, 2006). Alternativas, podem minimizar esse efeito e viabilizar o uso de produtos em escala comercial, como o uso de rochas que apresentam potencial de utilização na agricultura.

No Brasil, o cloreto de potássio (KCl) é a principal fonte disponível no mercado, porém, contém alto índice de salinidade e depende de importação (Goedert, 2006). Décadas atrás, foram realizados vários estudos utilizando rochas para o fornecimento de K às plantas, ou que buscavam rotas alternativas para a obtenção de fertilizantes potássicos. Tentou-se desenvolver processos físicos e químicos de tratamento de rochas brasileiras com teores mais elevados de K. Entretanto, a utilização desses produtos se mostrou inviável economicamente,

devido à demora na disponibilização do nutriente para as plantas, ao elevado gasto energético no processamento das rochas ou à baixa competitividade em relação ao cloreto de potássio (Resende, 2006).

A maioria das pesquisas foi ou está sendo realizada, em grande parte, com escórias de siderurgia e rochas apatíticas com quantidades consideráveis de fósforo (P) (fosfatos de Catalão, Araxá, Patos de Minas, Itapira, entre outros). Nesses dois casos, os resultados mostraram ação neutralizante na acidez do solo e fonte de silício no primeiro e baixa eficiência na disponibilização de P no segundo (Goedert *et al.*, 1990; Prado *et al.*, 2002). Porém, a utilização desses materiais atualmente é restrita, principalmente pela ação neutralizante e corretiva mais lenta no solo das escórias e a maior eficiência das fontes fosfatadas solúveis (Campe *et al.*, 1996).

Outro problema, é que as rochas não apresentam na sua constituição, somente um elemento, e com aplicação de altas quantidades pode haver um desequilíbrio nutricional, com acúmulo de grandes quantidades de metais pesados (Amaral Sobrinho, 1992) e de outros elementos.

No caso do potássio (K), o Brasil continua dependente da importação de grandes quantidades de cloreto de potássio para suprir a demanda interna, implicando considerável valor das importações brasileiras (Lopes, 2005), o que exige uma ação coordenada no sentido de buscar fontes alternativas de K para atender a demanda crescente e minimizar o impacto das importações (Kinpara, 2003).

A utilização de rochas moídas como produtos alternativos na fertilização de solos, em especial de K, pode reduzir a dependência externa e eliminar um dos

entraves à produção orgânica de grãos, que exige a utilização de insumos não quimicamente processados. Porém, o potencial de uso como fertilizante dessas rochas é dependente da concentração das suas formas químicas (Oliveira *et al.*, 2005), do grau de eficiência e solubilização.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito residual de rochas brasileiras como fertilizantes e corretivos da acidez do solo cultivado com soja em sucessão ao girassol.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em condições de casa de vegetação da Embrapa Soja, Londrina, PR. Utilizou-se um Neossolo Quartzarênico distrófico com pH em água, 4,2; carbono orgânico, 9,0 g kg⁻¹; P, 2,1 mg kg⁻¹; K, 0,05 cmol_c dm⁻³; Ca, 0,7 cmol_c dm⁻³; Mg, 0,2 cmol_c dm⁻³; Al, 0,3 cmol_c dm⁻³; H+Al, 3,1 cmol_c dm⁻³; V, 23%, argila, 90 g kg⁻¹ (Embrapa, 1997). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de cinco rochas (brecha alcalina, arenito vulcânico, carbonatito, biotita xisto e ultramáfica alcalina) e o cloreto de potássio (fonte padrão) aplicados em doses correspondentes ao fornecimento de 150 mg kg⁻¹ de K₂O, além de uma testemunha sem K como referência. O cálculo das quantidades a aplicar de cada rocha foi baseado no teor total de K₂O. As características químicas de cada fonte foram determinadas no Laboratório do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) e no Departamento Geologia da Universidade Federal da Bahia (UFBA), Embrapa Soja – CNPSO (Poder de neutralização - PN e pH) (**Tabela 1**).

As amostras das rochas foram moídas e padronizadas para que

apresentassem 100% de granulometria menor que 0,150 mm (peneira 100 mesh) e 45% menor que 0,075 mm (peneira 200 mesh), garantindo uma reatividade (RE) de 100% (Alvarez Venegas *et al.*, 1999). Na correção da acidez do solo antes do plantio do girassol, foi elevada a saturação por base para 50%, utilizando como corretivo o calcário dolomítico calcinado com granulometria muito fina. Durante toda condução do experimento, os vasos com 3 dm³ de capacidade foram mantidos com umidade ao redor de 70% da capacidade de campo, sendo a água restituída diariamente. O período de incubação de 30 dias foi monitorado

Tabela 1. Caracterização química das rochas.

Fontes	K ₂ O	PN ⁽¹⁾	CaO	MgO	P ₂ O ₅	SiO ₂	pH
	----- % -----						água
Cloreto de potássio	60,0	0	0	0	0	0	7,5
Brecha alcalina	2,73	0	10,73	8,51	1,03	41,12	7,6
Arenito vulcânico	1,48	50	22,91	5,90	0,58	25,91	7,9
Carbonatito	1,50	70	30,87	13,35	4,85	11,13	8,1
Biotita xisto	4,25	0	2,8	13,22	0,01	54,57	8,5
Ultramáfica alcalina	3,44	50	15,09	16,88	1,40	35,57	8,8

⁽¹⁾PN - Poder de Neutralização.

A adubação básica em todos os vasos consistiu na aplicação de 100 mg kg⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato triplo - 41% de P₂O₅), 100 mg kg⁻¹ de N (NH₄NO₃ - 32% de N), 1,0 mg kg⁻¹ de B (H₃BO₃ - 17% de B), 2,0 mg kg⁻¹ de Zn (ZnSO₄.7H₂O - 20% de Zn) e 25,0 mg kg⁻¹ de Mn (MnCl₂.4H₂O - 35% de Mn).

Por apresentar elevada capacidade de absorção do K do solo, no primeiro cultivo foi escolhido o girassol (*Helianthus annuus*, cv. Helio 358) como planta teste. Para a avaliação do efeito residual das rochas foi utilizada a soja (*Glycine*

Max cv. BRS 132), cuja exigência em potássio é inferior à do girassol. Foram semeadas cinco sementes de girassol e após a colheita, cinco de soja, com desbastes após a emergência, deixando nos dois cultivos, duas plantas por vaso. A colheita da parte aérea para determinação da matéria seca, foi realizada no início do florescimento no estágio R5 no girassol (Castro *et al.*, 1996; Castro & Farias, 2005) e R2 na soja (Fehr & Caviness, 1971).

Depois da colheita do girassol e da soja foi feita amostragem para determinação do K, Ca, Mg, Al e H+Al trocável. Na soja também foram determinados o pH em água e os teores de P, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn disponível. As análises foram feitas de acordo com as metodologias descritas pela Embrapa (1997).

No girassol e na soja foi determinado o balanço de íons na CTC (capacidade de troca de cátions a pH 7,0, S Ca, Mg, K, H+Al) do solo (Tomé Junior, 1997), de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Saturação de K, Ca ou Mg (\%)} = \frac{\text{cmolc/kg de K, Ca ou Mg}}{\text{CTC, cmolc/kg}} \times 100$$

De acordo com o delineamento proposto, foram realizados nos dados a análise de variância – ANOVA (teste F) e comparação de contraste entre as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Pimentel Gomes & Garcia, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As rochas arenito vulcânico, carbonatito e ultramáfica alcalina apresentaram maior poder corretivo residual, mantendo, após dois cultivos sucessivos (girassol e soja), o pH acima de 6,0 (**Tabela 2**). Além da utilização de quantidades

relativamente grandes das rochas para alcançar 150 mg kg⁻¹ de K₂O ao solo, os carbonatitos, rochas ígneas com 50% ou mais de carbonatos primários (Andrade et al., 2002), têm poder de correção do pH do solo semelhante ao do calcário, constituindo fonte de cálcio e magnésio para as plantas, o mesmo ocorrendo com as rochas arenito vulcânico e a ultramáfica alcalina.

Tabela 2. Análise química do solo após o cultivo da soja em sucessão ao girassol.

Tratamento	pH	P	S	K	Ca	Mg
	CaCl ₂	---- mg dm ⁻³ ----	-----	-----	cmol _c dm ⁻³ -----	-----
Testemunha	5,50 b	110,73 b	3,50 a	0,03 c	1,86 bc	0,32 a
Cloreto de potássio	5,28 b	102,18 c	3,15 a	0,03 c	1,17 c	0,31 a
Brecha alcalina	5,54 b	125,44 b	4,35 a	0,11 a	1,81 bc	0,30 a
Arenito vulcânico	6,99 a	130,41 b	3,13 a	0,03 c	3,60 a	0,19 a
Carbonatito	6,92 a	213,10 a	4,55 a	0,04 c	3,02 ab	0,33 a
Biotita xisto	5,31 b	93,45 b	4,80 a	0,05 c	1,31 c	0,33 a
Ultramáfica alcalina	6,09 b	117,42 b	4,60 a	0,08 b	2,11 abc	0,37 a
CV%	6,98	30,17	27,15	52,94	32,89	15,54

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Quantidade rocha aplicada foi baseada na aplicação de 150 mg kg⁻¹ de K₂O.

O alto poder corretivo também foi verificado na saturação por bases do arenito vulcânico, ultramáfica alcalina e carbonatito, que mesmo após dois cultivos sucessivos, apresentavam valores 36,5%, 32,2% e 13,5%, respectivamente, superiores ao da testemunha (**Tabela 3**).

Além de fonte de Ca e Mg, a aplicação de carbonatito aumentou significativamente o P disponível do solo (extrator Mehlich 1). Com relação ao S

disponível, apesar do aumento do teor no solo em algumas rochas, não houve diferenças entre as fontes e a testemunha (**Tabela 2**). Observou-se também, que mesmo não sendo significativo ($p < 0,05$), a aplicação de arenito vulcânico e carbonatito também ocasionou em diminuição do H+Al trocável do solo (**Tabela 3**). O alto teor de P disponível verificado pode ser decorrente do extrator utilizado, haja vista, que os extratores ácidos, como o Mehlich 1, podem extrair quantidades consideráveis de P na forma não lábil e lábil (Raij, 1991; Novais & Smyth, 1999).

Tabela 3. Análise química do solo após o cultivo da soja em sucessão ao girasol.

Tratamento	Al	H+Al	SB	CTC	V
	----- cmol _c dm ⁻³ -----				%
Testemunha	0,0	1,89 a	2,21 b	4,09 ab	54,0 b
Cloreto de potássio	0,0	1,98 a	1,51 b	3,49 b	43,3 c
Brecha alcalina	0,0	1,88 a	2,22 b	4,10 ab	54,1 b
Arenito vulcânico	0,0	1,36 a	3,82 a	5,18 a	73,7 a
Carbonatito	0,0	1,38 a	3,39 a	4,77 ab	71,4 a
Biotita xisto	0,0	1,92 a	1,69 b	3,60 b	46,8 c
Ultramáfica alcalina	0,0	1,63 a	2,56 b	4,19 ab	61,1 b
CV%	-	18,32	14,39	22,41	16,79

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O arranjo dos elementos na estrutura mineralógica das rochas, associado à granulometria utilizada parecem ter ocasionado maior solubilidade de K nas rochas biotita xisto, carbonatito e ultramáfica alcalina. Tais resultados podem

ser demonstrados pela produção de matéria seca da soja de 9,2 g vaso⁻¹, 11,6 g vaso⁻¹ e 11,7 g vaso⁻¹, respectivamente. Essa alta solubilidade também foi verificada com as produções de matéria seca obtidas no tratamento com cloreto de potássio (9,2 g vaso⁻¹).

O maior Índice de Eficiência Agrônômica (Castro et al., 2007) nos tratamentos contendo KCl, ultramáfica alcalina, carbonatito e biotita xisto e o teor e conteúdo de K no girassol, em função das maiores quantidades de exportação do nutriente pelas plantas (**Tabela 4**), também pode ser um indicativo da maior solubilidade dessas fontes.

Na soja, o KCl apresentou menor disponibilidade, não diferindo estatisticamente da testemunha, carbonatito, brecha alcalina e arenito vulcânico (**Tabela 2**). Como o K trocável é um nutriente com elevada mobilidade no solo (Raij, 1991; Havlin *et al.*, 1999) e, em condições de alta disponibilidade no solo está sujeito a perdas por lixiviação e absorção em quantidades que caracterizam o consumo de luxo pelas plantas (Bataglia, 2005).

A alta solubilidade do K e a grande exigência do girassol (Castro & Oliveira, 2005), no primeiro cultivo, mesmo em experimento em vasos, com condições controladas, onde a lixiviação do nutriente não ocorre, a disponibilidade residual de K ficou bem abaixo dos níveis considerados adequados (Alvarez Venegas *et al.*, 1999; Tecnologia de Produção de Soja, 2006), indicando a necessidade de uma aplicação de reposição do nutriente, por ocasião do plantio de outra cultura.

Com relação aos micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn), os solos tratados com o arenito vulcânico e o carbonatito foram os que apresentaram os menores teores de B disponível (**Tabela 5**), ficando abaixo de 0,5 mg dm⁻³, considerado

adequado para a cultura da soja (Tecnologia de Produção de Soja, 2006).

Apesar dos resultados indicando que a adubação de plantio do girassol foi alta, mascarando, em parte, o efeito das rochas, mesmo assim, verificou-se que a aplicação de carbonatito ocasionou nos menores teores de Fe disponível no solo (**Tabela 5**), diferindo estatisticamente das demais rochas, o inverso ocorreu com o Cu, Mn e Zn disponível.

De acordo com as faixas de interpretação descritas por Alvarez Venegas *et al.* (1999) para o Estado de Minas Gerais e em Tecnologia de Produção de Soja (2006), ambos com o extrator Mehlich 1 ou duplo ácido ($0,025 \text{ mol L}^{-1}$ of H_2SO_4 + $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ of HCl), os teores de Cu, Fe, Mn e Zn disponível no solo estão acima dos considerados adequados.

Tabela 4. teor e conteúdo de K na matéria seca do girassol e da soja

Tratamentos	Girassol		Soja	
	Teor -- g kg ⁻¹ --	Conteúdo - mg vaso ⁻¹ -	Teor -- g kg ⁻¹ --	Conteúdo - mg vaso ⁻¹ -
Testemunha	5,5 c	33,0 e	2,9 cd	19,7 c
Cloreto de potássio	23,9 b	399,0 a	2,7 cd	24,8 c
Brecha alcalina	6,1 c	64,0 e	3,2 bc	21,12 c
Arenito vulcânico	6,8 c	46,0 e	2,3 d	17,71 c
Carbonatito	32,9 a	200,0 d	3,5 ab	40,6 b
Biotita xisto	16,7 b	272,0 c	3,8 ab	35,0 b
Ultramáfica alcalina	19,4 b	335,0 b	4,1 a	48,0 a
CV%	19,0	15,8	37,1	19,7

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 5. Análise química dos micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) do solo cultivado com soja.

Tratamento	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- mg kg ⁻¹ -----				
Testemunha	0,08 ab	2,2 ab	198,0 ab	41,70 bc	5,2 b
Cloreto de potássio	0,10 a	1,9 b	178,0 b	39,30 bc	4,6 bc
Brecha Alcalina	0,09 a	2,2 ab	185,5 ab	40,68 bc	5,1 b
Arenito vulcânico	0,02 c	2,2 ab	180,3 b	42,42 b	4,9 b
Carbonatito	0,03 c	2,5 a	144,4 c	51,26 a	6,9 a
Biotita xisto	0,06 bc	2,0 b	175,2 b	37,69 c	4,5 c
Ultramáfica alcalina	0,07 ab	2,2 ab	205,9 a	39,90 bc	4,9 bc
CV%	19,84	10,23	13,62	11,33	14,08

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Quantidade rocha aplicada foi baseada na aplicação de 150 mg kg⁻¹ de K₂O.

Na **Tabela 6**, observou-se variações no balanço de íons em função do tratamento utilizado e da época de amostragem. De acordo com Tomé Júnior (1997), para que um solo tenha um equilíbrio de cátions nutrientes adequado, os valores de potássio devem estar entre 3% a 5%, enquanto os de cálcio e o magnésio devem apresentar de 50% a 70% e de 10% a 15% da CTC, respectivamente.

O balanço do íon K ficou abaixo do considerado adequado, o mesmo acontecendo com o Ca, com aplicação de KCl, brecha alcalina e biotita xisto (**Tabela 6**). Independentemente do tratamento, o Mg foi após o cultivo da soja, o elemento mais prejudicado no balanço de íons da CTC, não deferindo

estatisticamente ($p \leq 0,05$) entre as rochas estudadas.

Tais resultados mostram dependendo da cultura sucedida e da fonte utilizada, existe a necessidade de uma suplementação com K e Mg, além do calcário dolomítico para manter o equilíbrio no balanço de íons próximo dito adequado por Tomé Junior (1993).

Tabela 6. Balanço de íons na porcentagem de saturação de cátions da CTC antes e depois do plantio da soja.

Tratamentos	Balanço de íons					
	K		Ca		Mg	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
	----- % -----					
Cloreto de potássio	2,1	0,8 c	25,7	33,5 c	14,2	8,9 a
Brecha alcalina	3,8	2,7 a	29,8	44,1 b	13,5	7,3 b
Arenito	1,0	0,5 c	62,8	69,5 a	7,1	3,7 c
Carbonatito	1,3	0,8 c	56,6	63,3 a	9,2	3,9 c
Biotita xisto	3,0	1,4 b	27,9	36,4 c	14,5	9,2 a
Ultramáfica alcalina	2,9	1,9 b	39,5	50,3 b	13,9	8,8 a
CV%	13,25		16,32		17,14	

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Quantidade rocha aplicada foi baseada na aplicação de 150 mg kg⁻¹ de K₂O.

CONCLUSÃO

As rochas carbonatito, arenito vulcânico e ultramáfica alcalina apresentaram elevado poder alcalinizante do solo.

A aplicação de altas quantidades de biotita xisto, carbonatito e ultramáfica alcalina ocasionou em alta solubilização de K no cultivo do girassol e da soja

A utilização do carbonatito resultou aumentos dos teores de Cu, Mn e Zn disponível no solo, enquanto a ultramáfica elevou apenas o teor de Fe disponível.

A aplicação de rochas ocorre um desbalanço de íons, com baixos valores de saturação de potássio e altos valores de cálcio após o cultivo da soja, este último dentro da faixa considerada adequada.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Ministério de Ciência e Tecnologia, fundos setoriais Mineral e do Agronegócio pelo suporte financeiro (Contratos FINEP 2883/03 e CNPq 506313/2003-4) ao Projeto “Rochas brasileiras como fontes alternativas de potássio para uso em sistemas agropecuários”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ VENEGAS, V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CATARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. (1999) Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ VENEGAS, V.H. *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*, 5ª aproximação. Viçosa: SFSEMG, p. 25-32.
- AMARAL SOBRINHO, N.M.B.; COSTA, L.M.; OLIVEIRA, C.; VELLOSO, A.C.X. (1992) Metais pesados em alguns fertilizantes e corretivos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 16, p. 271-276.
- ANDRADE, L.R.M.; MARTINS, E.S.; MENDES, I.C. (2002) *Avaliação de uma rocha ígnea como corretivo da acidez e disponibilização de nutrientes para as plantas*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 19 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 57).
- BATAGLIA, O.C. (2004) Métodos diagnósticos da nutrição potássica com ênfase no

- DRIS. In: Yamada, T.; Roberts, T. (Eds.) Simpósio sobre potássio na agricultura brasileira. 2. São Pedro. *Anais*. Piracicaba: POTAFOS, 2004. Artigos p. 321-341.
- CAMPE, J.; O'BRIEN, T.A.; BARKER, A.V. (1996) *Soil remineralization for sustainable Agriculture remineralise the earth*. Berlin: Spring Verlag, p. 141-146.
- CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V.B.R.; BALLA, A.; LEITE, R.M.V.B.C.; KARAN, D.; MELLO, H.C.; GUEDES, L.C.A.; FARIAS, J.R.B. (1996) *A cultura do girassol*. Londrina: Embrapa Soja, 38p.
- CASTRO, C.; FARIAS, J.R.B. (2005) Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. (Eds.). *Girassol no Brasil*. Londrina: Embrapa Soja, p. 163-218.
- CASTRO, C.; OLIVEIRA, F.A. (2005) Nutrição e adubação do girassol. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. (Eds.). *Girassol no Brasil*. Londrina: Embrapa Soja, p. 317-373.
- CASTRO, C.; OLIVEIRA, F.A.; MOREIRA, A.; SALINET, L.H.; VERONESI, C.O. (2007) Rochas brasileiras como fonte alternativa de potássio para as culturas brasileiras. *Espaço e Geografia*, n. 10 (neste volume)
- EMBRAPA. (1997) *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: CNPS/ EMBRAPA, 212 p.
- FEHR, W.A.; CAVINESS, C.E. (1977) *Stages of soybean development*. Ames: Iowa State University, 11 p. (Iowa Agriculture Experimental Station Bulletin, 80).
- GOEDERT, W.J. (2006) Avanços e desafios em pesquisa, desenvolvimento e inovação em fertilidade do solo e nutrição mineral de plantas. *Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, p.33-37.
- GOEDERT, W.J.; REIN, T.A.; SOUZA, D.M.G. (1990) Eficiência agronômica de fosfatos naturais, fosfato parcialmente acidulados e termofosfatos em solo de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 25, n. 4, p. 521-530.

- HAVLIN, J.L.; BEATON, J.D.; TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. (1999) *Soil fertility and fertilizers; an introduction to nutrient management*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 499p
- KINPARA, D.I. (2003) *A importância estratégica do potássio para o Brasil*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 27 p. (Documentos, 100).
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. (1999) *Fósforo em solo e planta em condições tropicais*. Viçosa: UFV, 399p.
- OLIVEIRA, FA.; CASTRO, C.; SALINET, L.H.; VERONESI, C.O. (2005) Rochas brasileiras como fontes alternativas de potássio para uso em sistemas agropecuários. IN: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, XVI, Londrina, 2005. *Anais*. Londrina: Embrapa Soja, p. 40-43.
- PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C.H. (2002) *Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais*. Piracicaba: FEALQ, 309 p.
- PRADO, R.M.; COUTINHO, E.L.M.; ROQUE, C.G.; VILLAR, M.L.P. (2002) Avaliação da escória de siderurgia e de calcário como corretivos da acidez do solo no cultivo da alfaca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, n. 4, p. 539-546.
- RAIJ, B. (1991) van. *Fertilidade do solo e adubação*. Piracicaba: Potafós, Ceres, 343p.
- RESENDE, A.V. (2006) *Rochas brasileiras como fontes de potássio para sistemas agropecuários*. Brasília: Embrapa, 69 p. (Projeto de Pesquisa).
- TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE SOJA (2007) – *REGIÃO CENTRAL DO BRASIL 2007. 2006*. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste. 225 p.
- TOMÉ JUNIOR, J.B. (1997) *Manual para interpretação de análise de solo*. Guaíba: Agropecuária, 247 p.