

FL
01852
CNPQ

Documentos

ISSN 1516-781X
Agosto, 2003

215

RESULTADOS DE PESQUISA DA EMBRAPA SOJA - 2002

Solos

Resultados de pesquisa da
2003 FL-1852



25943-1

oa



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente

Roberto Rodrigues

Ministro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Embrapa

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração

José Amauri Dimarzio

Presidente

Clayton Campanhola

Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires

Sérgio Fausto

Dietrich Gerhard Quast

Urbano Campos Ribeiral

Membros

Diretoria Executiva da Embrapa

Clayton Campanhola

Diretor-Presidente

Mariza Marilena Tanajura Luz Barbosa

Herbert Cavalcante de Lima

Gustavo Kauark Chianca

Diretores Executivos

Embrapa Soja

Caio Vidor

Chefe Geral

José Renato Bouças Farias

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Alexandre José Cattelan

Chefe Adjunto de Comunicação e Negócios

Norman Neumaier

Chefe Adjunto de Administração

Exemplares desta publicação podem ser solicitadas a:

Área de Negócios Tecnológicos da Embrapa Soja

Caixa Postal 231 - 86001-970 - Londrina, PR

Telefone (43) 3371-6000 Fax (43) 3371-6100

As informações contidas neste documento somente poderão ser reproduzidas com a autorização expressa do Comitê de Publicações da Embrapa Soja



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Soja
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1516-781X

Agosto, 2003

Documentos215

Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja - 2002

Solos

Organizado por:

Clara Beatriz Hoffmann-Campo

Odilon Ferreira Saraiva

Londrina, PR
2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja

Rodovia Carlos João Strass - Acesso Orlando Amaral

Caixa Postal 231

86001-970 - Londrina, PR

Fone: (43) 3371-6000

Fax: (43) 3371-6100

<http://www.cnpso.embrapa.br>

E-mail: sac@cnpso.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Soja

Presidente: *José Renato Bouças Farias*
Secretária executiva: *Clara Beatriz Hoffmann-Campo*
Membros: *Álvaro Manuel Rodrigues Almeida*
Geraldo Estevam de Souza Carneiro
Ivan Carlos Corso
José de Barros França Neto
Léo Pires Ferreira
Manoel Carlos Bassoi
Norman Neumaier
Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite
Supervisor editorial: *Odilon Ferreira Saraiva*
Normalização bibliográfica: *Ademir Benedito Alves de Lima*
Editoração eletrônica: *Neide Makiko Furukawa*

1ª Edição

1ª impressão 08/2003: tiragem: 200 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Resultados de pesquisa da Embrapa Soja - 2002: solos / organizado por Clara Beatriz Hoffman Campo, Odilon Ferreira Saraiva. - Londrina: Embrapa Soja, 2003.

43p. : 21cm. - (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.215)

1.Solo. 2.Soja-Solo-Brasil. I.Hoffmann Campo, Clara Beatriz. II.Saraiva, Odilon Ferreira. III.Título. IV.Série.

CDD 631.4

© Embrapa 2003

Apresentação

“Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja” é uma publicação anual, onde os pesquisadores relatam os principais resultados e avanços obtidos, no último ano, em seus projetos de pesquisa e de transferência de tecnologia em soja, girassol e trigo. Tem como principal objetivo registrar nossa memória técnica e informar pesquisadores, professores, assistência técnica e demais interessados sobre o andamento das pesquisas durante a última safra. Muitos desses resultados são oriundos de trabalhos em andamento e, portanto, ainda não conclusivos. Sendo assim, a utilização das informações contidas nesta publicação deve ser feita com cuidado. As tecnologias prontas para utilização à campo são discutidas em reuniões específicas e repassadas para a assistência técnica e para os produtores rurais, como Sistema de Produção ou outras publicações das séries Documentos ou Circular Técnica, as de caráter emergencial são divulgadas na forma de Comunicado Técnico e os resultados de interesse para a comunidade científica são publicados em revistas periódicas especializadas, de alcances nacional e internacional.

Para facilitar o manuseio, a publicação foi dividida em nove volumes, contemplando os resultados dos projetos de uma área específica de conhecimento ou de áreas correlatas. O presente volume apresenta os resultados obtidos em 2002, na área de Solos.

José Renato Bouças Farias

*Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Embrapa Soja*

Sumário

1 FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO MINERAL DA SOJA PARA SISTEMAS SUSTENTÁVEIS DE PRODUÇÃO EM SEMEADURA DIRETA E CONVENCIONAL	7
1.1 Potássio no solo e nutrição mineral na sucessão soja-trigo, em sistema de semeadura direta (04.2000.326-01)	9
1.2 Produtividade e análise de alternativas para a nutrição da soja em Latossolo Roxo Distrófico sob semeadura direta (04.2000.326-02)	14
1.3 Adubação e nutrição da soja em solos tropicais de baixa latitude, em semeadura direta e convencional (04.2000.326-03)	19
1.4 Adubação da soja com macro e micronutrientes e manejo da fertilidade do solo em rotação de culturas em solos do Brasil (04.2000.326.04)	27
1.5 Estudo da disponibilidade de enxofre para a cultura da soja em solos do Brasil (04.2000.326-05)	34
1.6 Níveis de zinco, manganês, cobre e boro para o cultivo da soja, em latossolo de textura média, nos cerrados de Roraima (04.2000.326-07)	38

FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO MINERAL DA SOJA PARA SISTEMAS SUSTENTÁVEIS DE PRODUÇÃO EM SEMEADURA DIRETA E CONVENCIONAL

Projeto: 04.2000.326 **Líder:** Clóvis Manuel Borkert

Nº de subprojetos que compõem o projeto: 08

Unidades/Instituições participantes: Embrapa Soja; Embrapa Soja - Campo Experimental de Balsas; Embrapa Transferência de Tecnologia - Escritório de Negócios de Ponta Grossa; JIRCAS - Japan International Research Center for Agricultural Sciences; Fundação Centro-Oeste; FAPCEN - Fundação de Apoio a Pesquisa do Corredor de Exportação Norte; Embrapa Amapá; Embrapa Roraima; Embrapa Rondônia; COAMO - Cooperativa Agropecuária Mourãoense Ltda; SL Sementes de Mauá da Serra; Sementes Polato - Fazenda Bahia, Rondonópolis, MT; Fazenda Agroserra, sul do Maranhão; Fazenda Charles, sul do Maranhão; Fazenda Parnaíba, sul do Maranhão; Fazenda São Luís, Piauí

A área cultivada de soja no Brasil é de aproximadamente 20 milhões de hectares, estendendo-se de sul ao norte e com tendência de aumento da área, principalmente, no centro-oeste, no norte e nordeste do país. A maior parte dos solos, onde é cultivada, tem problemas de fertilidade e os insumos, calcário e adubos macro e micronutrientes, tem o maior peso, de 35% a 40% nos custos de implantação da lavoura. O objetivo deste projeto foi desenvolver tecnologias de manejo da fertilidade do solo e do uso racional, com baixa aplicação de insumos, em sistemas de sucessão/rotação de culturas, envolvendo soja-trigo-milho-girassol-aveia preta-milheto e outras culturas de cobertura, para manter alta produtividade dentro de uma agricultura sustentável, conservando a fertilidade do solo e reduzindo os custos.

Nas safras 1999/00 e 2000/01 ficou evidenciada a falta de resposta da soja, do trigo, do milho e do girassol à adubação de K em cobertura. Isto também foi confirmado na safra 2001/02, nas quatro culturas e locais avaliados, Londrina, Mauá da Serra, Campo Mourão e Ponta Grossa. A adubação K em cobertura na soja e no girassol, não é uma prática factível e econômica em solos argilosos do Paraná.

Também, em solo arenoso do Mato Grosso, nas safras avaliadas, não houve resposta da soja e do girassol a aplicação de K em cobertura. Foram estimadas as doses 120 a 160 kg ha⁻¹ de K₂O por ano, como o indispensável para manter alta produtividade da soja, sem reduzir a produtividade das culturas envolvidas na sucessão/rotação com essas quatro espécies. Em quatro anos de condução, não foi observada lixiviação de K⁺ para camadas subsuperficiais nos solos argilosos e nos arenosos.

Na sucessão soja-trigo nos solos férteis do Paraná, em condição climática favorável, alta produtividade de soja pode ser obtida aplicando P e K somente no trigo. Com isto, é possível aumentar o lucro do agricultor sem reduzir a produtividade, porém, esta prática não pode ser repetida todos os anos, para evitar de exaurir o solo de nutrientes.

No primeiro ano, em 2000/01 e em 2001/02, no sul do MA e no PI, a resposta a calcário foi abaixo da esperada, nos solos com 28% e 50% de argila, demonstrando que no cerrado do Nordeste, é possível obter alta produtividade da soja, com a aplicação de menores quantidades de corretivo da acidez do solo. O fósforo é a principal restrição nutricional e para este nutriente é que deve ser canalizada a maior parte do custeio.

A aplicação de Zn, Mn, Cu e B no solo, teve pouca influência na produtividade da soja, nos dois solos estudados e nos três anos do subprojeto. O efeito residual destes micronutrientes foi monitorado no Maranhão, em Roraima, no Mato Grosso e no Paraná, por quatro anos, através do rendimento da soja e dos teores no solo, nas folhas e nos grãos de soja. Da mesma forma que no Maranhão, não houve resposta a estes micronutrientes nos cerrados de Roraima e do Mato Grosso e, também em solos do Paraná. No entanto, na safra de 2001/02 foi possível estimar teores críticos de Zn, de Mn, de Cu e de B, no solo e nas folhas.

Nos experimentos de disponibilidade e de resposta a S, em dois locais no PR, no MT e no MA, foram observadas respostas no primeiro ano, em Ponta Grossa (25 kg ha⁻¹ de S) e em Londrina (60 kg ha⁻¹ de S) no PR e em Itiquira, MT (75 kg ha⁻¹), porém, no MA não houve resposta a S. No segundo ano, 2000/01, respostas em Londrina (63 kg ha⁻¹ S), no MA (100 kg ha⁻¹ S) e em Bom Jesus no PI (80 kg ha⁻¹).

Mas, sem resposta a S no MT em 2000/01. Isto mostra, que a resposta a S é inconsistente, não é confirmada todos anos e depende muito das condições edafoclimáticas.

1.1 Potássio no solo e nutrição mineral na sucessão soja-trigo, em sistema de semeadura direta (04.2000.326-01)

Clóvis Manuel Borkert; César de Castro; Gedi Jorge Sfredo;
Adilson de Oliveira Junior¹; Anderson Paranzini Faria¹

No Paraná a área de cultivo com as culturas de grãos em semeadura direta cresceu rapidamente nos últimos anos. Na safra 2002/03, a área total de cultivo da soja foi de 3.604.770 ha, sendo 85 % desta área (3.064.054 ha) em semeadura direta (SD). Por sua vez, o cultivo de milho, na safra normal e na safrinha, ocuparam na soma das duas safras, área de aproximadamente 2.798.515 ha. Na safra de verão, a soja e o milho são cultivados em aproximadamente 5,3 milhões ha, grande parte em Latossolos Roxos eutróficos, distróficos e álicos (LRe, LRd e LRa) e em Latossolos Vermelho-Escuros distróficos e álicos (LEd e LEa), que juntos ocupam 5,1 milhões ha, 28 % da área total do Estado do Paraná e mais da metade dos solos agricultáveis. Desde o início da década de sessenta, esses solos têm sido cultivados intensamente, com mau manejo da fertilidade do solo e sem a reposição de todos os nutrientes retirados pelas culturas, dessa forma, altas produções somente serão obtidas com adubações minerais corretivas. O nutriente mais rapidamente esgotado nos últimos anos foi o potássio e é o que mais necessita ser repostado, em sistema de sucessão/rotação soja-milho-trigo-girassol-aveia preta, todas estas culturas com altas produções de massa verde e de grãos.

¹ Estagiário Embrapa Soja; bolsista do CNPq

Alguns produtores do Paraná adotaram a adubação de K em cobertura na cultura da soja, com a aplicação de parte do adubo potássico, aos 30 dias após a germinação. Com o objetivo de testar esta prática, foram instalados experimentos de 1999 a 2002 em quatro solos; no latossolo roxo distrófico (LRd) textura muito argilosa em Mauá da Serra, no latossolo roxo álico (LRa) textura muito argilosa em Campo Mourão, no latossolo roxo eutrófico (LRe) textura muito argilosa em Londrina e latossolo vermelho escuro distrófico (LEd) textura argilosa em Ponta Grossa. Os quatro solos foram anteriormente cultivadas durante 11 anos com soja e trigo e mais um ano com girassol e milho, o que esgotou a disponibilidade de K destes solos. Antes do início dos experimentos em 1999 a acidez do solo foi novamente corrigida com calcário dolomítico, para elevar a saturação por bases para 70%. O calcário foi aplicado na superfície e incorporado com grade pesada. Semestralmente, as seguintes características químicas foram determinadas nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm: pH (CaCl_2), Al, Ca, Mg (KCl 1 mol/L) e K trocáveis (Mehlich-1).

Os tratamentos constaram de doses de K em duas épocas:

- a) aplicação a lanço, todo na base, nas doses zero, 40, 80, 120, 160 e 200 kg ha^{-1} de K_2O e,
- b) a lanço, na semeadura, de zero, zero, 40, 40, 40 e 40 kg ha^{-1} de K_2O , mais a cobertura, a lanço, de zero, 40, 40, 80, 120 e 160 kg ha^{-1} de K_2O , respectivamente, sendo a soma da quantidade aplicada na base mais aquela na cobertura (b), igual a dose aplicada só na base (a), em cada tratamento.

Foi feita a manutenção de 100 kg ha^{-1} de P_2O_5 e as sementes foram inoculadas com *Bradyrhizobium*. Ao aplicar o KCl a lanço, na base e em cobertura, este foi incorporado ao solo pela capina para controlar ervas. Com a aplicação do calcário, as condições químicas da camada arável (0-20 cm) foram melhoradas, sendo observados aumentos no pH e nos teores de Ca e Mg, e neutralização do Al. Apesar da aplicação de K, o seu teor no solo não foi alterado. O aumento máximo de pH foi alcançado após 4 anos, indicando a lenta taxa de reação do calcário em solos ácidos, devido a sua granulometria. Durante o mesmo período

do, também foram observados aumentos nos teores de Ca e Mg, na camada superficial, e redução do teor de Al na camada de 20-40 cm. A partir de cinco anos, ocorreram decréscimos de pH e de Ca e Mg na camada superficial, enquanto um aumento gradativo destes parâmetros foi observado na camada sub-superficial (20-40 cm).

Na safra 1999/00, no cultivo de soja, seguido de girassol, não foi observado diferença entre aplicar toda a dose de K na semeadura e parcelar parte na semeadura e o restante em cobertura, sobre o rendimento de grãos e sobre o peso de 100 sementes, demonstrando não haver vantagem alguma em aplicar potássio a lanço em cobertura, nestes quatro solos argilosos do Paraná.

Na safra 2000/01, os resultados foram semelhantes ao do ano anterior, porém, em três dos quatro locais, os tetos de produção foram achatados devido a períodos de seca prolongada durante diversos períodos do ciclo da soja. Ainda em 2001, no girassol semeado em sucessão, logo após a colheita da soja, em dois solos (LRe e LRA), também não foi observada resposta a adubação de K em cobertura, somente foi observado o efeito das doses de K na produção de capítulos.

Na safra 2001/02 foram semeados; milho safrinha, trigo, com o cultivo da soja antecipado para outubro, seguido do cultivo de girassol. Em nenhum dos locais ou culturas, foi observado efeito da aplicação de potássio em cobertura.

No LRd, com menor disponibilidade inicial de K, o rendimento de grãos e os teores de K nas folhas foram significativamente menores com o parcelamento da adubação potássica, em relação a aplicação de K somente na semeadura. Foi observada resposta significativa às doses de K.

No LRA e no LEd o teor de K nas folhas e nas sementes foi significativamente maior com o potássio aplicado todo na base em comparação com parte na base mais K em cobertura. Também, foi significativa a resposta às doses crescentes de K nos três parâmetros determinados.

Também, no LRe, não foi observada resposta significativa da aplicação de K em cobertura quando comparada com a aplicação de todo o adu

bo na base, na produtividade e nos teores de K nas folhas e nas sementes, porém a resposta a doses foi significativa.

Na safra 2002/03, de forma semelhante aos resultados obtidos nos anos anteriores, não foi observada diferença, em rendimento de grãos e no teor de K nas folhas de soja, na comparação entre as duas épocas de aplicar o potássio. A saber, aplicar todas as doses de potássio na semeadura, comparada ao aplicado parte (40 kg ha^{-1} de K_2O) de cada uma das doses na semeadura e o restante em cobertura. Exceto em Mauá da Serra, onde houve boa distribuição de chuvas durante todo o ciclo da cultura da soja, o máximo rendimento de grãos esteve próximo a $3,0 \text{ t ha}^{-1}$ com a resposta aos tratamentos muito semelhante aos anos anteriores. Porém, em Londrina, em Campo Mourão e em Ponta Grossa, períodos prolongados de seca durante o ciclo da cultura, reduziram a produção de grãos, prejudicando os resultados obtidos nesta safra. Também, em Ponta Grossa, onde os períodos de seca foram mais constantes e prolongados em épocas mais críticas do ciclo da soja, o experimento foi bastante prejudicado, comprometendo os resultados e com péssimo ajustamento das curvas de regressão. Porém, os resultados obtidos em Mauá da Serra nesta safra, corroborados pelos resultados obtidos em anos anteriores em Londrina, Mauá da Serra, Campo Mourão e Ponta Grossa, quando ocorreram condições climáticas ideais para o crescimento e maturação da soja com altas produções, permitem através das curvas ajustadas, estimar a dose de 80 kg ha^{-1} para ser aplicada na semeadura da soja e as doses entre 120 a 160 kg ha^{-1} por ano, como a quantidade necessária de potássio para manter altas produtividades da soja e das culturas do sistema de sucessão/rotação soja-trigo-girassol-milho-aveia preta.

Nos quatro anos em que os experimentos de potássio foram conduzidos no campo, não foram observados efeito de potássio aplicado em cobertura na produtividade da soja, no peso de 100 sementes e no teor de K nas folhas, comparado ao K aplicado todo na semeadura. Também, com as outras três culturas testadas, trigo milho e girassol, não foi observado efeito algum da aplicação de potássio em cobertura sobre a produtividade.

Portanto, concluiu-se que para as quatro culturas testadas, soja, trigo, milho e girassol, não há resposta e não há vantagem em aplicar potássio em cobertura, nos quatro solos argilosos do Paraná, em que os experimentos foram conduzidos.

A melhor prática consiste em aplicar todo K a lanço, antes da semeadura, ou no sulco de semeadura, em doses menores que 80 kg ha^{-1} de K_2O , para evitar efeito salino do KCl. E, reduzir os custos de uma operação adicional e eliminar o possível dano às plantas pela passagem de máquinas sobre a lavoura.

Também, foram concluídos os estudos de curvas de resposta a doses de potássio com estas culturas. Juntamente, com o estudo de doses de potássio foi efetuado o monitoramento da disponibilidade de potássio no perfil do solo. O teor de K foi diminuído no decorrer do tempo, tanto na camada superficial, quanto na sub-superficial. O comportamento marcante, observado neste estudo, foi a transferência do efeito de neutralização da acidez para a sub-superfície, após a completa reação do calcário aplicado na superfície do solo antes do início dos experimentos. Este efeito ficou bem caracterizado pelo comportamento do Al, cujo teor na sub-superfície foi reduzido gradualmente, até a neutralização após nove anos. No caso do Ca e Mg, o aumento de mobilidade ocorreu a partir do quinto ano. A redução no teor de K, apesar do aumento da capacidade de troca e da aplicação do elemento, alerta para a necessidade de ser conhecida a dinâmica deste elemento no sistema de semeadura direta, com rotação de culturas e com o uso de culturas de cobertura. Não foi detectado movimento algum ou aumento de teor de K nos horizontes mais profundos do solo, indicando não haver lixiviação. Em solos com mais de 70% de argila e com $\text{CTC} > 11 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, a probabilidade de ocorrer lixiviação de K é praticamente nula, devido a estes solos terem uma textura pesada e mais cargas para segurar os íons de potássio. Portanto, conclui-se não haver justificativa para aplicar K em cobertura.

1.2 Produtividade e análise de alternativas para a nutrição da soja em Latossolo Roxo Distrófico sob semeadura direta (04.2000.326-02)

Àureo Francisco Lantmann; Clóvis Manuel Borkert; Cesar de Castro;
Gedi Jorge Sfredo

No estado do Paraná é recomendado um sistema de produção agrícola com a sucessão e rotação de culturas, soja, trigo, milho e aveia preta. Esse sistema exige o uso de fertilizantes em quantidades próprias, para atender a situações econômicas e ao mesmo tempo conservar a fertilidade do solo para manter ou elevar a produtividade das culturas. Isso tudo pode ser conseguido quando se identificam claramente os fatores limitantes e se avalia a disponibilidade dos nutrientes existentes no solo, sendo possível, assim, ajustar as práticas de adubação a cada cultura.

A dispensa de fertilizantes nesse sistema para o cultivo de soja em latossolo roxo em plantio direto, pode ser praticado sem que isso afete a produtividade da soja. Porém essa prática, sem um acompanhamento técnico, pode, com o tempo, inviabilizar um sistema produtivo, levando solos, originalmente férteis, à situação de exaustão.

Para se estudar os efeitos de ausência ou aplicação de adubação para soja e/ou para o trigo em latossolo roxo distrófico, está sendo conduzido um experimento no campo experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Soja, com os seguintes objetivos: a) Avaliar o potencial de fertilidade do solo latossolo roxo distrófico; b) Avaliar a necessidade de adubação fosfatada e potássica para a soja nas situações de ausência e presença de adubações no cultivo de trigo, num sistema contínuo soja/trigo; c) Avaliar a capacidade de aproveitamento, pelas culturas da soja e trigo, de adubações efetuadas para ambas as culturas; d) Avaliar o estado nutricional da soja em função da aplicação de diferentes doses de P e/ou K; e) Avaliar os efeitos da adubação com P e/ou K, na disponibilidade desses nutrientes em diferentes profundidades no solo.

No presente relato serão apresentados os rendimentos de soja relativos aos cultivos dos anos 2000/01 e 2002/03, as concentrações dos nutrientes nas folhas, a concentração de P e de K em quatro diferentes profundidades do solo.

Com os resultados de rendimento da soja observado nos anos safra 2000/01, 2001/02 e 2002/03, ficam evidenciados a capacidade da soja em se beneficiar de adubações anteriores com P e K no solo (acima de $6,0 \text{ mg dm}^{-3}$ e de $0,30 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente) não apresentando resposta a adubações com P e/ ou K.

Na safra 2000/2001, as menores produtividades de soja (Tabela 1.1) foram observadas quando a soja não foi adubada com P e com K (2497 kg/ha) e também quando o trigo não foi adubado anteriormente com P e K (2.793 e 2.341 kg/ha) receptivamente. As maiores produtividades de soja foram obtidas nos tratamentos onde o trigo foi adubado com P e com K e a soja sem adubação (3138 kg/ha) e nos tratamentos onde a soja também foi adubada com P e K com produtividade acima de 3317 kg/ha. Produtividades acima de 3100 kg/ha foram obtidas quando a soja e também o trigo foram anteriormente adubados com P e com K.

Em função dos tratamentos com fósforo e potássio, é observado para as maiores produtividades de soja ocorrem as maiores concentrações relativas a P e K nas folhas (Tabela 1.1). As concentrações de Cu e B, foram afetadas negativamente na medida em que se ofertou mais P e K, essa ocorrência é justificada pelo antagonismo promovido pela maior adubação com fósforo, que promove maior concentração de P nas folhas e conseqüente menor concentração de Cu e B. As concentrações de Mn nas folhas foram sempre maiores que 100 mg/kg, nível considerado alto.

As concentrações de P e K no solo, foram avaliadas nos tratamentos aplicados e em quatro profundidades (Tabela 1.2). Tanto para o P como para o K, as concentrações são maiores ou menores conforme a oferta desses nutrientes. As menores concentrações de P e K, corresponde ao tratamento testemunha, que apresenta também a menor produtividade (2.497 kg/ha) e para as maiores concentrações foram obtidas as

TABELA 1.1. Produtividade da soja e concentração de nutrientes nas folhas em função de fertilizantes aplicados para a sucessão soja - trigo, em solo Latossolo Roxo distrófico, na safra 2000/01. Embrapa Soja. Londrina, PR. 2001.

Tratamentos			Produti- vidade	Concentração de nutrientes em folhas										
Soja	Trigo			N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Fe	Cu	B
P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅ K ₂ O	kg ha ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹
0	0	0	2497	49,6	3,29	18,5	9,23	5,82	3,95	68,4	185	225	13,0	64,8
0	0	50	3138	52,0	4,17	24,0	8,32	5,11	3,82	56,2	176	155	13,5	58,8
0	0	50	2793	49,7	4,06	14,9	9,49	6,48	3,83	57,0	167	206	13,4	60,7
0	0	0	2341	40,4	2,50	18,7	7,76	4,51	3,55	60,4	127	189	10,3	44,2
30	0	50	3137	47,5	4,09	18,4	7,78	4,73	3,49	47,0	140	140	11,7	42,1
60	0	50	3087	46,5	4,13	17,2	8,13	4,69	3,63	49,5	152	151	11,9	41,1
0	50	50	3348	44,3	3,62	20,2	6,95	4,11	3,39	48,9	135	163	11,2	39,2
0	100	50	3229	44,7	3,47	20,9	6,96	3,97	3,32	51,9	142	149	11,3	35,4
30	50	50	3317	46,2	3,76	21,3	7,84	4,24	3,55	51,1	154	153	11,7	38,1
60	100	50	3543	48,5	4,16	23,3	7,74	3,76	3,48	43,9	110	154	11,4	37,3

TABELA 1.2. Concentração de fósforo e potássio em quatro profundidades, em função de fertilizantes aplicados para a sucessão soja - trigo, em plantio direto, em Latossolo Roxo distrófico, na safra 2000/01. Embrapa Soja. Londrina PR. 2001.

Tratamentos			Fósforo				Potássio			
Soja	Trigo	Produ-ti- vidade	Profundidade (cm)				Profundidade (cm)			
P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅ K ₂ O	0-05	5-10	10-15	15-20	0-5	5-10	10-15	15-20
kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	cmole dm ⁻³	cmole dm ⁻³	cmole dm ⁻³	cmole dm ⁻³
0	0	0	5,1	4,0	4,0	4,5	0,20	0,10	0,08	0,07
0	0	30	14,9	7,9	7,2	6,0	0,21	0,11	0,07	0,06
0	0	50	15,5	6,9	5,8	5,2	0,13	0,07	0,06	0,05
0	0	30	4,2	3,3	4,9	3,7	0,35	0,19	0,14	0,10
30	0	50	14,0	8,4	8,0	7,2	0,27	0,14	0,08	0,08
60	0	50	40,9	24,5	13,8	9,4	0,15	0,11	0,08	0,06
0	50	50	12,3	7,2	8,5	6,1	0,40	0,24	0,17	0,13
0	100	50	13,4	6,8	6,1	6,0	0,47	0,28	0,21	0,18
30	50	50	20,9	11,0	6,3	5,4	0,36	0,22	0,18	0,13
60	100	50	39,3	12,8	14,5	16,7	0,59	0,36	0,31	0,26

maiores produtividades (3.543 kg/ha). As concentrações de P e K conforme as profundidades, foram maiores nas mais rasas e menores nas mais profundas, evidenciando por razões da prática do plantio direto, altas concentrações na camadas mais rasas para os dois nutrientes considerados.

O rendimento da soja na safra 2002/2003 (Tabela 1.3) foi muito afetada pela quantidade de fósforo e potássio aplicado anteriormente, conforme os tratamentos. Os menores rendimentos (1.836 kg/ha, 1.743 kg/ha e 1.454 kg/ha) foram observados onde as concentrações de P e K no solo (Tabela 1.3) estavam abaixo de 6,0 mg dm⁻³ de P e ou abaixo de 0,20 cmol_c dm⁻³ de K (na camada de 0-5cm), considerando como níveis críticos no solo desses nutrientes. Os maiores rendimentos, 2.899 kg/ha e 3.166 kg/ha foram observados onde se

TABELA 1.3. Produtividade da soja em função de fertilizantes aplicados para a sucessão soja - trigo, em solo Latossolo Roxo distrófico, na safra 2002/03. Embrapa Soja. Londrina PR. 2003.

P e K aplicado para a soja		Produtividade
P ₂ O ₅	K ₂ O	
0	0	1836 c
0	0	2233 bc
0	0	1743 c
0	0	1454 c
30	0	2400ab
60	0	2767ab
0	50	2362 bc
0	100	2580ab
30	50	2899a
60	100	3166a

Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

acumulou durante os anos de execução deste trabalho, níveis de mais de $30,0 \text{ mg dm}^{-3}$ de P e $0,40 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K, evidenciando a boa forma de como a soja se beneficia de efeitos residuais de adubações com os nutrientes de P e K.

Os resultados obtidos neste experimento de longa duração permitem concluir, que a soja pode apresentar altos rendimentos sem adubação com fósforo e potássio quando cultivado em solo latossolo roxo distrófico sob sistema de cultivo com plantio direto, desde que as concentrações de P e K no solo estejam acima dos níveis, $6,0 \text{ mg dm}^{-3}$ e $0,20 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente. Essa prática representa uma economia de 30% e 40% no custo de produção da soja.

10:

1.3 Adubação e nutrição da soja em solos tropicais de baixa latitude, em semeadura direta e convencional (04.2000.326-03)

Dirceu Klepker; Clóvis Manuel Borkert; Gedi Jorge Sfredo;
Adilson de Oliveira Júnior¹

Na região Sul do Maranhão e Sudoeste do Piauí, os solos de cerrado são originalmente de baixa fertilidade, necessitando de correção da acidez e da fertilidade para o cultivo de soja. O alto preço dos adubos e corretivos, aliado à infraestrutura viária precária resultam em elevados custos de produção onde o item fertilizantes e corretivos representam até 50 % do custo total de produção. Em função disto e da falta de informações regionais, vêm sendo realizadas diversas ações de pesquisa no sentido de aumentar a competitividade da soja na região. Dessa forma, os objetivos dos trabalhos realizados foram obter informações regionais sobre calagem, adubação fosfatada e potássica, micronutrientes e manejo do solo. Os resultados obtidos

¹ Estagiário Embrapa Soja, Bolsista do CNPq

nesses trabalhos geram parâmetros de interpretação das análises de solos e de plantas, que contribuem para aumentar o rendimento médio de soja da região, passando dos atuais 2.400 kg/ha para 3.000 kg/ha. No entanto, o potencial produtivo da soja na região está acima de 3.600 kg/ha.

Foram conduzidos diversos experimentos em Latossolo Vermelho-Amarelo, sendo três locais no Maranhão e um no Piauí. Os experimentos envolvendo calagem e micronutrientes foram conduzidos a partir de 1997, em dois locais no Maranhão. Em 2000 iniciaram-se diversos trabalhos a campo (Piauí) com objetivo de determinar o nutriente mais limitante para o cultivo da soja, assim como estudos envolvendo fósforo e potássio. Também foram realizados experimentos envolvendo assuntos como a adubação foliar e o manejo do solo visando a sustentabilidade dos sistemas de produção de grãos na região Nordeste do Brasil.

1.3.1 Saturação por bases e micronutrientes

Os experimentos foram conduzidos em dois locais, em Latossolo Vermelho-Amarelo, sendo um com 28 % e outro com 50 % de argila.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso com parcelas subdivididas, onde as doses de calcário foram localizadas nas parcelas e as doses de cada micronutriente nas subparcelas. Foram utilizadas seis doses de calcário calculadas por meio do método de saturação por bases e, seis doses de cada micronutriente, Zn, Mn, Cu e B. Todos os tratamentos foram aplicados a lanço e os demais nutrientes em quantidades suficientes para a cultura.

A resposta da soja aos níveis de calagem foi observada somente em um dos locais (solo com 50 % de argila). No solo com 28 % de argila, o rendimento de grãos foi superior a 3.000 kg ha⁻¹ mesmo em saturações por bases próximas a 30 % (Figura 1.1). Isto demonstra que nos solos de cerrado da região Nordeste, originalmente ácidos e pobres em Ca²⁺ e Mg²⁺, pode-se obter altos rendimentos de grãos de soja aplican-

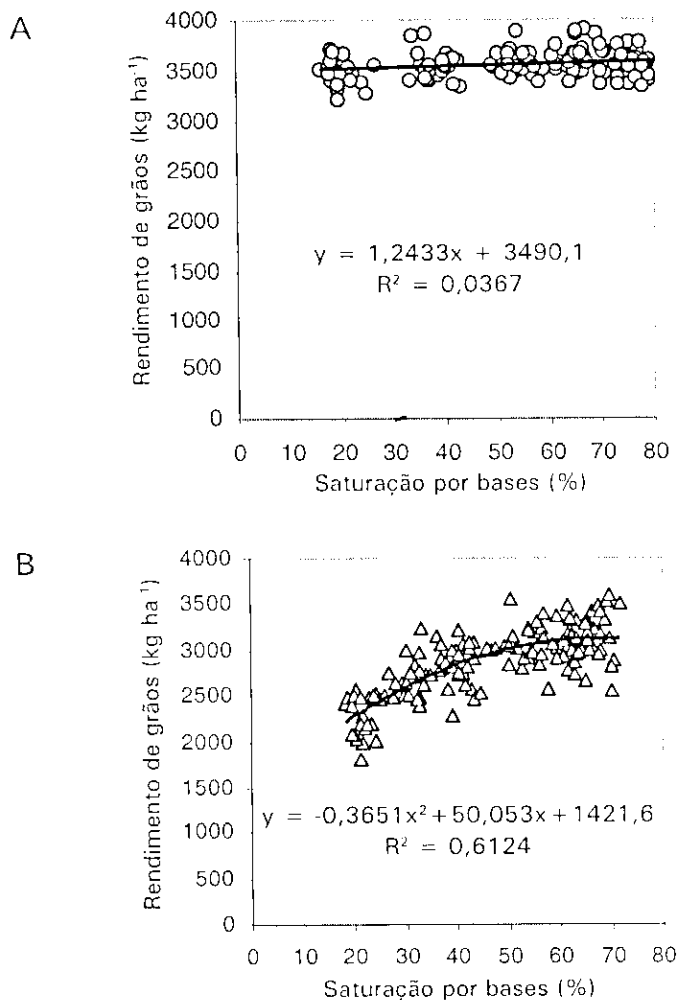
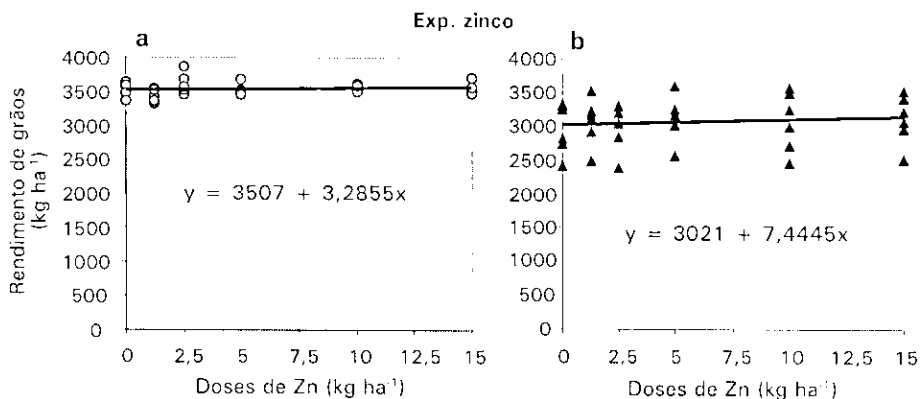


FIG. 1.1. Rendimento de soja (BRS Sambaíba) em função da saturação por bases, em Latossolo vermelho amarelo no Maranhão, na safra 2001/02. Fazenda Parnaíba, 28 % de argila (A); Fazenda Agroserra, 50 % de argila (B). Dados referentes aos quatro experimentos em cada local.

do-se menores quantidades de calcário em relação ao preconizado para atingir saturação por bases de 50 %, reduzindo assim, os custos de produção. No entanto apesar do pequeno efeito da calagem no rendimento de grãos, essa prática deve ser recomendada, tendo em vista que em situações de baixa disponibilidade de cálcio e magnésio, aumentam os riscos decorrentes de estresse hídrico, freqüente na região em estudo.

O rendimento de grãos não foi influenciado pela aplicação dos micronutrientes Zn, Mn e B. no solo (Figura 1.2). Foi observada resposta a Cu em ambos os locais. Os teores de Zn, Mn e Cu no solo aumentaram com as quantidades aplicadas no solo. Os teores de B no solo em 2002 não foram alterados pelas quantidades crescentes aplicadas no solo em 1997 (Figura 1.3). Os teores dos micronutrientes Zn, Mn e B nas folhas aumentaram com as doses aplicadas, no entanto, os valores obtidos estão dentro da faixa considerada como adequada para a cultura da soja. Os teores de Cu nas folhas também aumentaram com as doses de Cu aplicadas, porém, os teores referentes à dose zero foram inferiores ao nível crítico desse nutriente (6 mg kg^{-1}).



Continua...

...Continuação

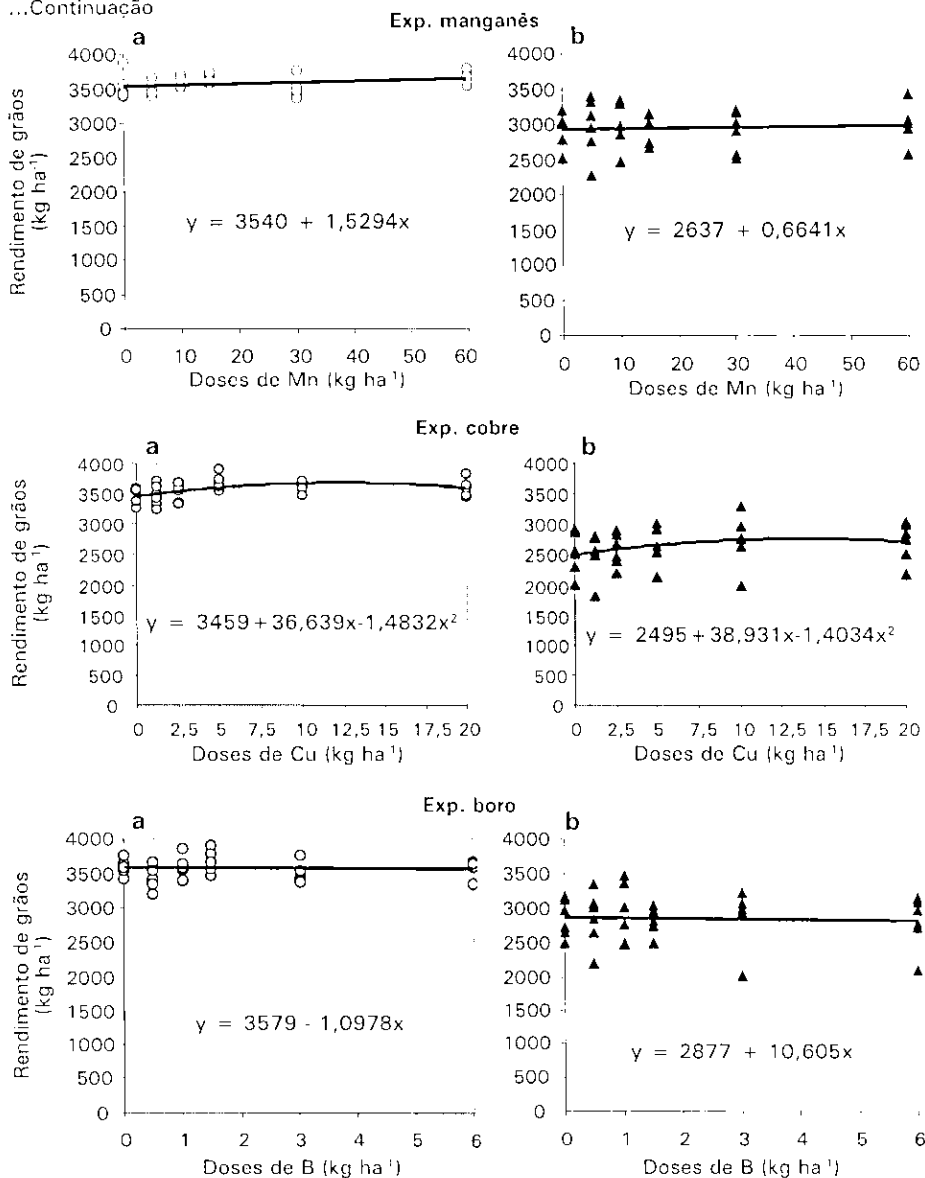
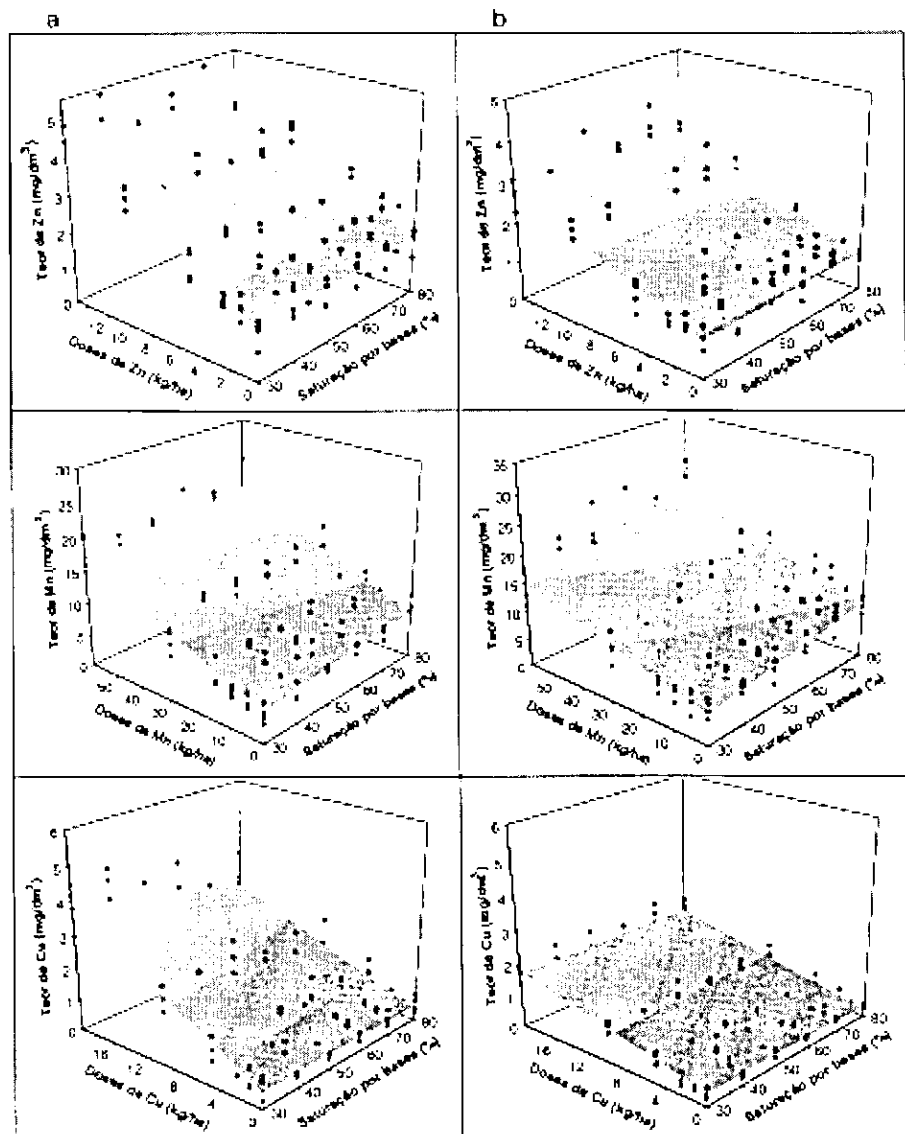


FIG. 1.2. Rendimento de grãos em função das doses de zinco, manganês, cobre e de boro aplicadas (valores de todas as saturações). Safra 2001/02. Solo com 28% de argila (a); solo com 50 % de argila (b).



Continua...

...Continuação

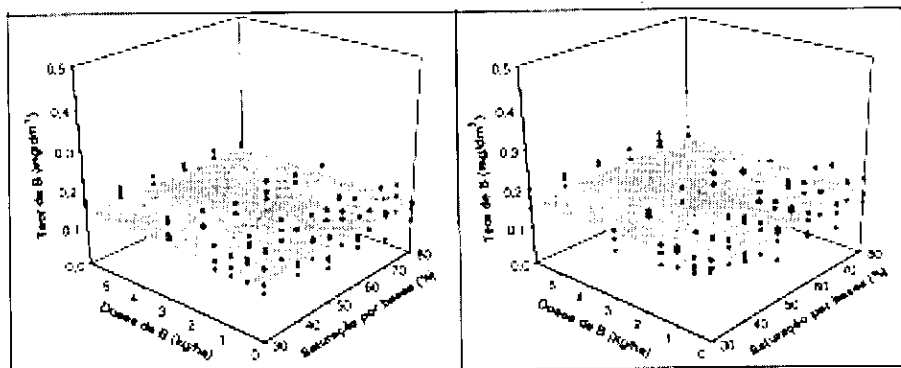


FIG. 1.3. Teores de zinco, manganês e cobre, pelo Mehlich-1 e de boro por Água Quente em função das doses desses micronutrientes aplicadas e da saturação por bases teórica. Safra 2001/02. Solo com 28 % de argila (a); solo com 50 % de argila (b).

1.3.2 Adubação foliar

Na safra 2001/02 foi avaliado o efeito residual da aplicação foliar de diversos produtos em diferentes dosagens e épocas de aplicação. O experimento, em Latossolo Vermelho-Amarelo, com 33 % de argila, e delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições, foi conduzido em sistema plantio direto após milho como cobertura do solo.

Embora a adubação foliar seja uma prática muito utilizada pelos produtores de soja da região Sul do Maranhão, não foi observada nenhuma resposta à aplicação foliar (Figura 1.4). Dessa forma, os resultados indicam que está havendo um uso desnecessário de adubações foliares na região, aumentando os custos de produção sem retorno econômico.

Adubação foliar

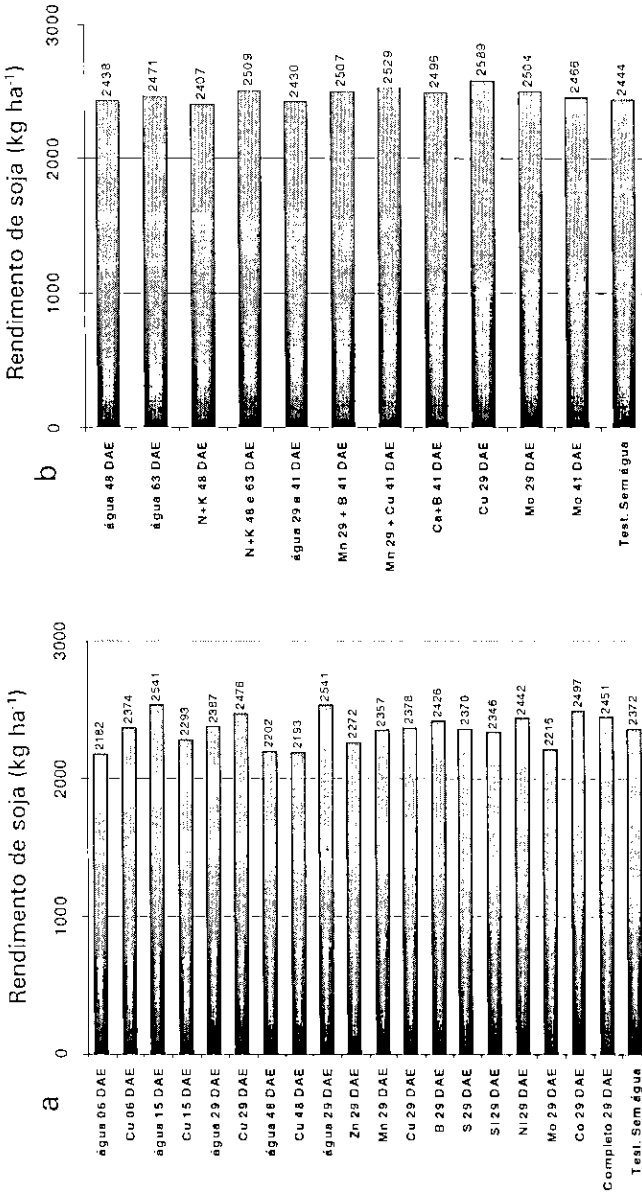


FIG. 1.4. Efeito residual da adubação foliar de macro e de micronutrientes aplicados na safra 2000/01 sobre o rendimento de grãos de soja (BRS Sambaíba), em Latossolo Vermelho-Amarelo com 33 % de argila. Resultados da safra 2001/02 (valores médios). Experimento 1 (a); Experimento 2 (b). Embrapa Soja, Balsas, MA.

1.4 Adubação da soja com macro e micronutrientes e manejo da fertilidade do solo em rotação de culturas em solos do Brasil (04.2000.326.04)

Fábio Alvares de Oliveira; César de Castro; Clóvis Manuel Borkert; Gedi Jorge Sfredo; Adilson de Oliveira Júnior¹; Anderson Paranzini Faria¹

O Estado do Mato Grosso detém, nos últimos anos, a posição de maior produtor de soja do Brasil, com a maior área cultivada e a maior produtividade. O Estado do Paraná, o segundo produtor de soja, com médias de produção um pouco menores. Porém, em ambos os estados, ainda existem muitos problemas de fertilidade do solo e de nutrição de plantas que necessitam ser estudados e que limitam a produtividade em alguns solos. Esses problemas relacionam-se à épocas de aplicação de potássio, à fontes de fósforo e a definição de teores de zinco, cobre, manganês e boro no solo e nas folhas de soja e girassol, em sistema de manejo do solo e da fertilidade, com sucessão/rotação de culturas. Com o objetivo de estudar e de solucionar esses problemas, foram iniciados, na safra 1999/00, cinco experimentos na Fazenda Bahia, no Município de Pedra Preta, MT, dois no Paraná, um no Município de Mamborê e outro no Município de Ponta Grossa e, um no município de São Raimundo das Mangabeiras, no Maranhão.

1.4.1 Experimento de doses e épocas de aplicação de potássio

O experimento de épocas e doses de aplicação de potássio foi semeado na safra 2001/02, e, no entanto não foi observada resposta à aplicação de K (Figura 1.5).

Também, nos anos anteriores, safras 1999/00, 2000/01 e 2001/02 não foi observado efeito de época de aplicação de K em solo arenoso do Mato Grosso. A aplicação de K em cobertura não aumentou a pro-

¹ Estagiário Embrapa Soja, Bolsista do CNPq

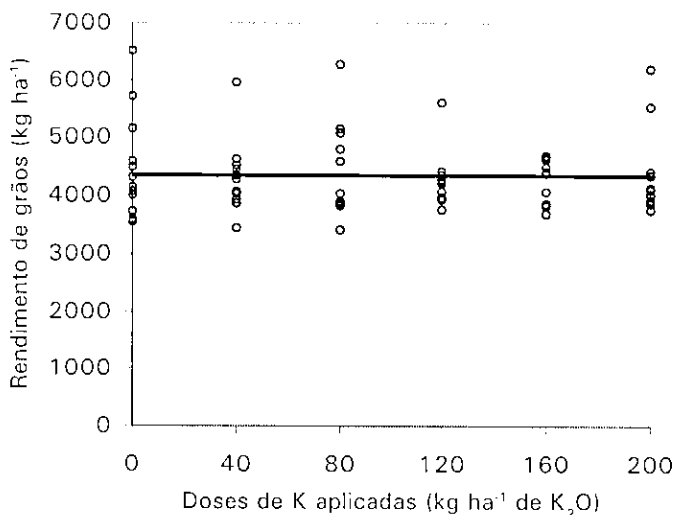


FIG. 1.5. Rendimento de grãos (cv. Conquista) em função das doses de potássio aplicadas. Faz. Ana Paula, município de Pedra Preta, MT, safra 2001/02. Embrapa Soja, Londrina, PR.

dução de soja, mas foi observado efeito de doses de K na produtividade e no peso de 100 sementes.

1.4.2 Experimentos de calibração de micronutrientes

Os experimentos de calibração de micronutrientes (Zn, Mn, Cu e B), foram conduzidos no Mato Grosso e no Paraná, na safra 2001/02.

O delineamento experimental dos experimentos de calibração de micronutrientes no Mato Grosso, zinco, manganês, cobre e boro é idêntico e os quatro experimentos estão localizados na mesma área (Fazenda Bahia - Sementes Polato). Cada um dos quatro experimentos foi planejado em um fatorial 6X6, em parcelas subdivididas com seis níveis de saturação em bases (30%, 40%, 50%, 60%, 70% e 80%) nas parcelas e as seis doses de micronutrientes nas parcelas, com quatro blocos casualizados. No Mato Grosso, os experimentos foram instala-

dos em Latossolo Vermelho Escuro distrófico (LVEd) textura muito argilosa, com 68% de argila, 9% de silte e 23% de areia, no Município de Pedra Preta, MT

Os experimentos de calibração de micronutrientes no Paraná, zinco, manganês e cobre, foram planejados para, também, estudar três fontes de micros, em um fatorial 3X5, em parcelas subdivididas, com as fontes nas parcelas e cinco doses nas subparcelas, com quatro blocos casualizados. No Paraná, os experimentos foram instalados, um no Município de Ponta Grossa, em um Latossolo Vermelho Escuro distrófico (LEd) textura argilosa, com 41% de argila, 7% de silte e 52% de areia e outro no Município de Mamborê, em Latossolo Vermelho Escuro distrófico (LEd) textura média, com 31% de argila, 1% de silte e 68% de areia.

Com o objetivo de determinar os teores críticos de Zn, Cu, Mn e B nos solos e nas folhas para a cultura da soja e do girassol no Estado Mato Grosso e, com isso, permitir a recomendação do uso de micronutrientes, com base na análise de solo, e determinar o nível crítico nas folhas, foi conduzido um experimento na Fazenda Bahia, Município de Pedra Preta. Não foi observada resposta a níveis de saturação de bases e aos micronutrientes Cu, Mn e B. Porém, foi verificada uma tendência de resposta à aplicação de zinco (Figura 1.6), no entanto, as produtividades obtidas foram superiores a 3000 kg ha⁻¹, mesmo nas doses onde esse micronutriente não foi aplicado. Os teores de Zn no solo, pelo Mehlich-1, estão dentro da faixa adequada para a cultura da soja (acima de 1,6 mg dm⁻³), justificando a baixa resposta da soja à aplicação desse micronutriente (Figura 1.7).

Para os demais micronutrientes, Mn, Cu e B não foi observada resposta no rendimento de grãos de soja, impossibilitando a determinação das concentrações críticas desses micronutrientes nas folhas e no solo. A ausência de resposta à aplicação desses elementos, possivelmente, esteja associada a presença desses micronutrientes como "contaminantes" nos calcários e fertilizantes utilizados na condução dos experimentos, além disso, o teor médio desses micronutrientes no solo estão em patamares superiores aos níveis críticos pré-estabelecidos (Mn_{Mehlich-1} 5 mg dm⁻³; Cu_{Mehlich-1} 0,8 mg dm⁻³ e B_{Água Quente} 0,3 mg dm⁻³).

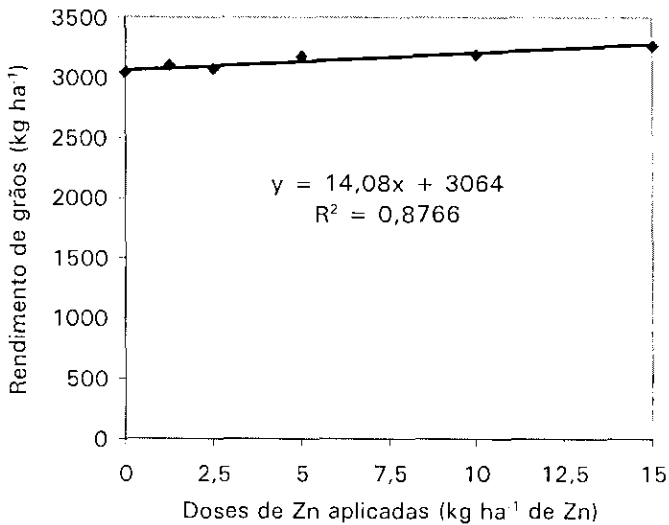


FIG. 1.6. Rendimento de grãos (cv. Conquista) em função das doses de zinco aplicadas. Faz. Bahia, município de Pedra Preta, MT, safra 2001/02. Média das 6 saturações e das 4 repetições. Embrapa Soja, Londrina, PR.

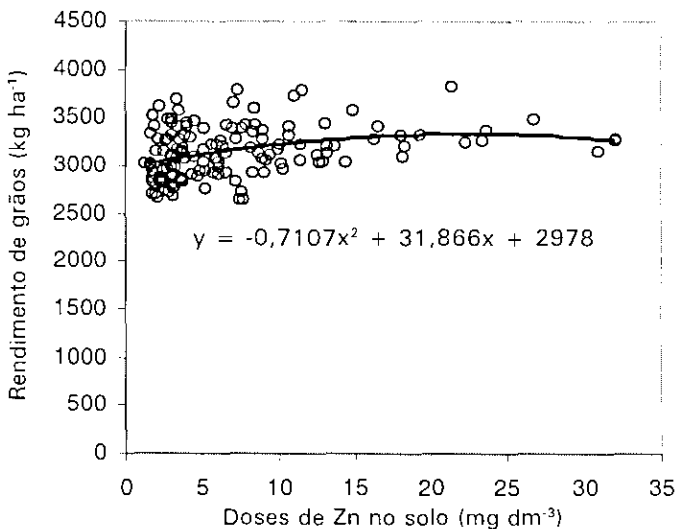


FIG. 1.7. Rendimento de grãos (cv. Conquista) em função dos teores de zinco no solo (Mehlich-1). Faz. Bahia, município de Pedra Preta, MT, safra 2001/02. Embrapa Soja, Londrina, PR.

1.4.3 Experimento de fontes e níveis de micronutrientes no Paraná

Na safra 2001/02, os experimentos foram cultivados com girassol no verão, tanto em Ponta Grossa quanto em Mamborê. Nessa safra, foi observada resposta da cultura, somente em Mamborê, à aplicação de Zn e de Mn na forma de sulfato (Figura 1.8), uma vez que, as demais fontes utilizadas não influenciaram o rendimento de grãos de girassol. Em Ponta Grossa, foi observada tendência de resposta à aplicação de Mn, nas formas de sulfato e de Soluman (Figura 1.9), no entanto, para os demais micronutrientes não foi observado efeito das doses aplicadas no rendimento de grãos da cultura, para as três fontes analisadas.

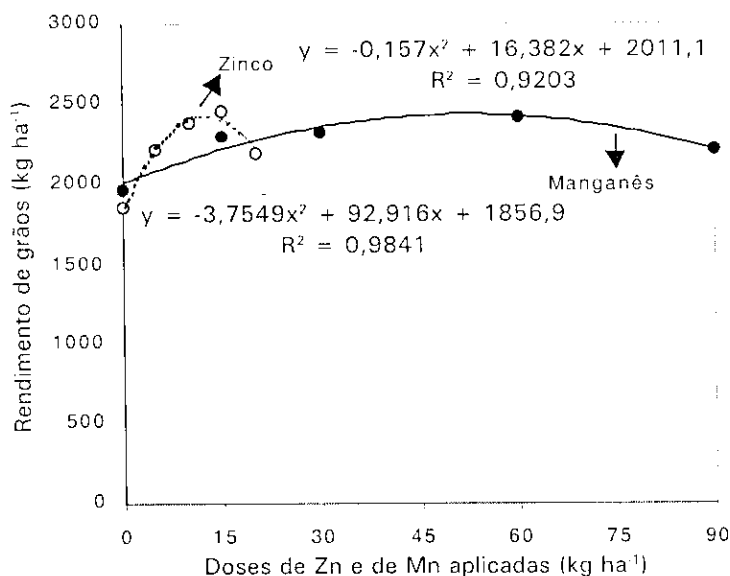


FIG. 1.8. Rendimento de grãos de girassol em função das doses de zinco e de manganês aplicadas na forma de sulfato. Mamborê, PR, safra 2001/02. Média de quatro repetições. Embrapa Soja, Londrina, PR.

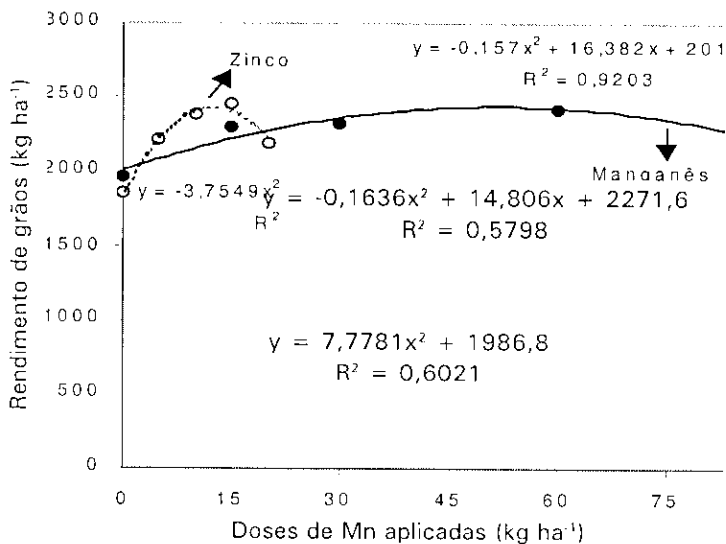
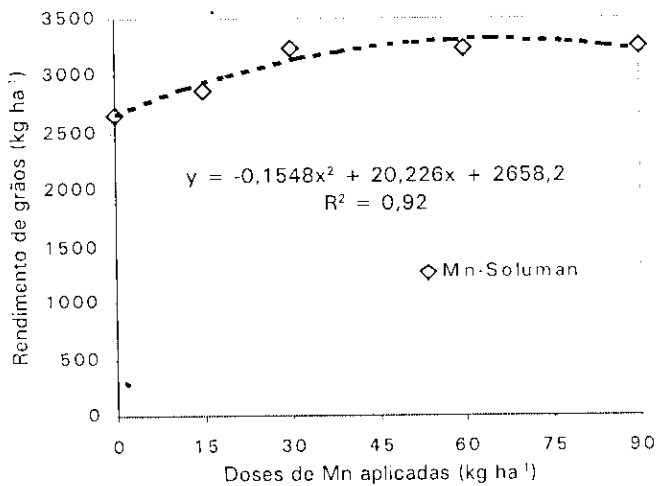
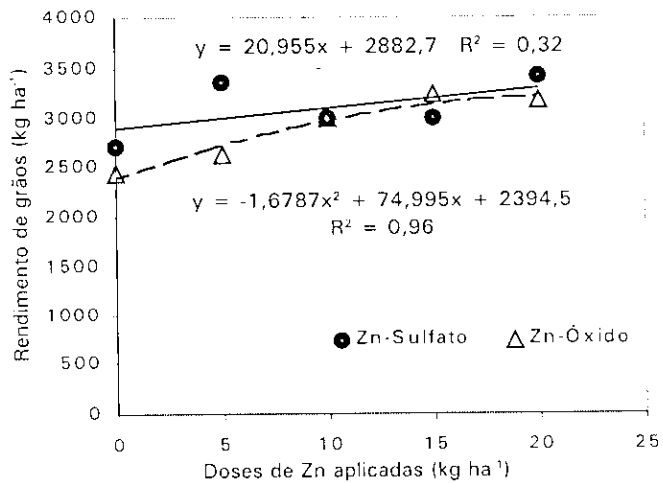


FIG. 1.9. Rendimento de grãos de girassol em função das doses de manganês aplicadas, nas formas de sulfato e de soluman. Ponta Grossa, PR, safra 2001/02. Média de quatro repetições. Embrapa Soja, Londrina, PR.

1.4.4 Experimento de fontes e níveis de micronutrientes no Maranhão

O experimento foi iniciado em 1999 na Fazenda Agroserra e vem sendo cultivado anualmente com soja. Na safra 2001/02, os resultados obtidos evidenciaram a presença de resposta aos três micronutrientes testados Zn, Mn e Cu (Figura 1.10), além disso, também houve efeito significativo para as fontes utilizadas, principalmente no caso do cobre, onde a fonte solúvel sulfato de cobre, teve melhor desempenho quando comparada às outras duas fontes.



Continua...

...Continuação

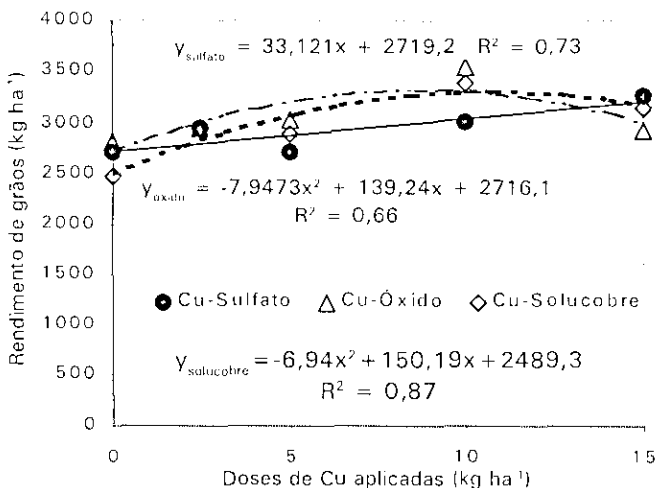


FIG. 1.10. Rendimento de grãos de soja (cv. BRS Sambaíba em função das doses de zinco, de manganês e de cobre aplicadas e das fontes utilizadas. Faz. Agroserra, safra 2001/02, Balsas, MA. Média de quatro repetições. Embrapa Soja, Londrina, PR.

45-118

1.5 Estudo da disponibilidade de enxofre para a cultura da soja em solos do Brasil (04.2000.326-05)

Gedi Jorge Sfredo; Dirceu Klepker; Rubson Sibaldelli; José Zucca de Moraes

Dos macronutrientes essenciais para as plantas, o enxofre (S) é o elemento menos estudado. Não que ele seja menos importante do que os demais para o desenvolvimento das plantas, mas por se apresentar em boa disponibilidade, na maioria dos solos brasileiros. Além disso, grande parte dos fertilizantes adicionados ao solo possuem S em sua composição. Esse menor interesse pelo S resultou na falta de informações para o estabelecimento de níveis críticos nos solos ou, até mesmo, para a elaboração de curvas de resposta das culturas a esse nutriente.

Hoje, a soja é um dos cultivos extensivos mais importantes no Brasil e, por isso, há grande preocupação para que a adição de adubos seja a mais racional possível.

Visando um estudo mais aprofundado, iniciou-se um trabalho de pesquisa com S, em vários locais do País.

Na safra 1999/2000, foram montados dois experimentos no Estado do Paraná (em Ponta Grossa, num latossolo vermelho-escuro e, em Londrina, num latossolo roxo eutrófico), em Sambaíba, MA (LVd) e Rondonópolis, MT (LEd), com o objetivo de determinar os efeitos do S sobre a produtividade da soja, estabelecer curvas de resposta e os níveis críticos de S no solo e nas folhas.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com cinco doses de S (zero, 25, 50, 75 e 100 kg/ha) e a fonte foi o S-elementar (flor de enxofre) com 98% de S.

Na safra 2001/02, em todos os locais, não houve resposta à aplicação de S sobre a produção da soja (Tabela 1.4).

Nos quatro anos, os teores de S nas folhas não sofreram influência das doses de S, não havendo diferença entre eles, em todos os locais.

Estabeleceram-se os níveis críticos de S no solo (NC), onde verifica-se que são diferentes, conforme o tipo de solo e a sua profundidade (Fig 1.11 e 1.12):

- a. solos de textura Média a Arenosa: 3 e 9 mg dm⁻³, respectivamente, de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade;
- b. solos de textura Argilosa: 10 e 35 mg dm⁻³, respectivamente, de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade;
- c. para diagnóstico de S no solo, deve-se efetuar as análises de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade, em qualquer tipo de solo.

TABELA 1.4. Produção de grãos de soja em função de doses de S, aplicadas ao solo. Safra 2001/2002.

Dose	Londrina (PR)	Ponta Grossa (PR)	Rondonópolis (MT)	Sambaíba (MA)
Selem	kg/ha			
Tratamentos	Tratamentos			
0	3713 a	2178 a	3138 a	2519 a
25	3654 a	2092 a	3192 a	2714 a
50	3749 a	2034 a	3052 a	2660 a
75	3639 a	2079 a	3453 a	2774 a
100	3607 a	2091 a	3300 a	2814 a
GRAP 520	3430 a	2389 a	3265 a	2558 a
50	3528 a	2084 a	3108 a	2712 a
100	3543 a	2001 a	3257 a	2913 a
150	3610 a	2102 a	3169 a	2830 a
200	3693 a	2082 a	3080 a	2593 a
-	-	-	-	GRAP 520 2L/ha
-	-	-	-	GRAP 520 3L/ha
CV (%)	6,34	11,87	7,57	9,92

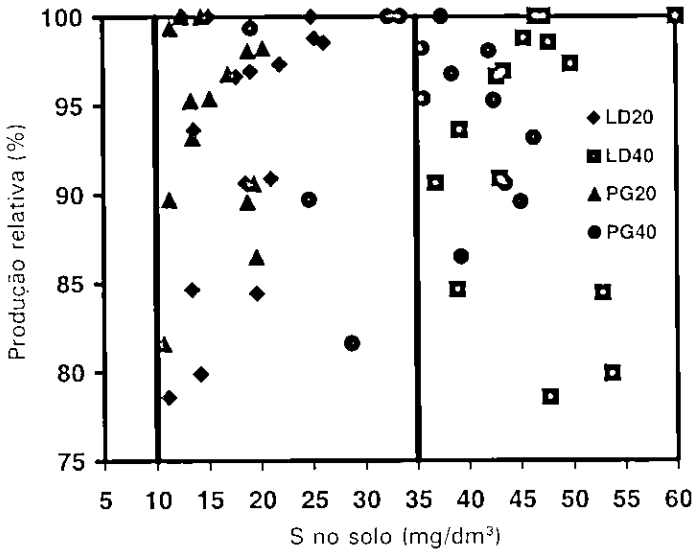


FIG. 1.11. Níveis críticos de S no solo (mg/dm³), em Londrina (LD) e Ponta Grossa (PG) a duas profundidades, média de 3 anos.

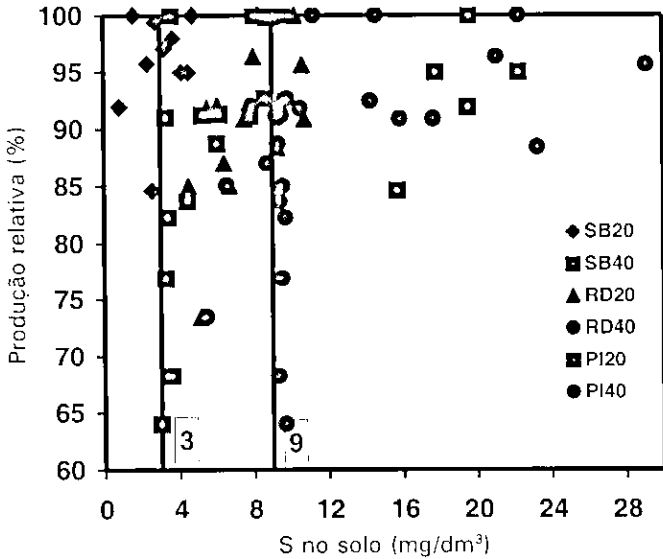


FIG. 1.12. Níveis críticos de S no solo (mg/dm³), em solos de Cerrado a duas profundidades, média de 3 anos.

1.6 Níveis de zinco, manganês, cobre e boro para o cultivo da soja, em latossolo de textura média, nos cerrados de Roraima (04.2000.326-07)

Daniel Gianluppi¹; Oscar Smiderle¹; Vicente Gianluppi¹; Moisés Mourão Jr.¹; Clóvis Manuel Borkert

Na região nordeste do estado de Roraima encontra-se, aproximadamente, 1.500.000 ha de solos de cerrados aptos para a produção de grãos. Entretanto, são ácidos e de baixa fertilidade natural, com limitações na disponibilidade, tanto de macro como micronutrientes. Neste caso, pesquisas locais são imprescindíveis principalmente para obter respostas a doses e avaliar o efeito residual de micronutrientes no desempenho da cultura, calibrar os níveis críticos no solo e estabelecer tabelas de níveis críticos na planta.

Para isto, foram instalados, em maio de 2002 com a cultivar BRSMa Tracajá, quatro experimentos, em latossolo amarelo, de textura média (18-20% de argila), no campo experimental Água Boa, em terceiro ano após prévia correção com macro e micronutrientes incorporados com grade aradora. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo os valores de saturação de bases (30%, 45%, 60% e 75%) distribuídos nas parcelas e, cinco doses de: Zn (zero; 2, 4; 8; 16 kg.ha⁻¹ de Zn); Mn (zero; 7; 14; 28; 56 kg.ha⁻¹ de Mn); Cu (zero; 1,5; 3; 6; 12 kg.ha⁻¹ de Cu); e B (zero; 0,8; 1,6; 3,2 e 6,4 kg.ha⁻¹ de B), distribuídas aleatoriamente nas subparcelas. O tamanho das subparcelas foi de 4 x 15 (60m²), com dez linhas de semeadura, sendo a área útil cinco linhas centrais com 10 metros de comprimento.

Os dados de produtividade, germinação e vigor em função dos níveis de saturação de bases ($V_{t\%}$) e doses de cada um dos micronutrientes foram analisados estatisticamente pela metodologia de superfície de resposta quadrática expressa pelo modelo matemático:

¹ Embrapa Roraima

$$y = \beta_0 + \beta_{1,i}x_i + \beta_{1,j}x_j + \beta_{2,i}x_i^2 + \beta_{2,j}x_j^2 + \beta_3x_ix_j$$

A significância adotada para os coeficientes foi de 5%, sendo adotado como critério de aderência, além da significância o coeficiente de determinação do modelo (R^2). Os pontos estacionários, de máxima e mínima foram estimados através de diferenciação. Dado o efeito de uma variável, os desdobramentos dos valores médios destas (x_i , y_i) foram efetuados através de regressão linear e quadrática.

Os resultados de produtividade de grãos e de qualidade de sementes 2002, obtidos mostram que a produtividade não foi influenciada pelas doses de micronutrientes, mas foi influenciada pela saturação de bases ficando as melhores produtividades entre as saturações de 45 e 60% (Tabela 1.5). As melhores produtividades obtidas em zinco 3,39 t.ha⁻¹; Manganês 3,75 t.ha⁻¹, na saturação de bases 60%; cobre de 3,69 t.ha⁻¹ na saturação de bases 65%; e boro 3,54 t.ha⁻¹ na saturação 45% (Figura 1.13).

A qualidade da semente foi influenciada pela saturação de bases em todos os experimentos. Para zinco, cobre e boro a saturação de bases indicada foi a de 45-60%, devido ao efeito quadrático assinalado (Figura 1.14). O ponto máximo de vigor (89,5%) foi assinalado entre 60-75% de saturação de bases e 30-40kg.ha⁻¹ de manganês (Figura 1.15), a mesma faixa de valores de saturação de bases e doses foi observada no ponto de máxima da germinação (94,6%) (Figura 1.15). O uso de manganês em sua dose ótima incrementa, utilizando-se a saturação mínima de bases, no vigor 70,5% e na germinação 47,1%.

Conclui-se que a saturação de bases é o fator mais influente na produtividade de grãos e na qualidade de sementes de soja produzidas, sendo que a partir de 45% de $V_{(%)}$ os valores de máxima produtividade são obtidos.

TABELA 1.5. Produtividade média (t.ha⁻¹) e germinação (%), G) de soja (BRSMA Tracajá) submetida a quatro níveis de saturação de bases [V(%)] e cinco doses de micronutrientes, ano agrícola 2002.

V (%)	Doses de micro ¹	Produtividade				Germinação			
		Zn	Mn	Cu	B	Zn	Mn	Cu	B
30	0	0,93	0,63	0,94	0,75	71	48	42	57
30	1	0,89	0,93	0,95	0,65	63	68	47	55
30	2	1,00	0,83	1,36	0,62	70	64	55	60
30	3	1,04	0,75	0,83	0,60	63	69	49	66
30	4	1,01	0,78	1,17	0,56	65	69	66	60
45	0	3,42	3,11	2,82	3,42	86	63	83	81
45	1	3,38	3,37	3,02	3,63	91	83	84	92
45	2	3,68	2,96	2,89	3,61	89	84	91	85
45	3	3,49	3,25	3,11	3,51	98	90	87	86
45	4	3,04	3,13	3,33	3,54	91	85	94	85
60	0	3,54	3,58	3,51	3,71	99	69	92	91
60	1	3,21	3,44	3,66	3,65	89	90	93	91
60	2	3,58	3,31	3,48	3,71	98	90	86	93
60	3	3,30	3,33	3,66	3,67	97	88	94	93
60	4	3,27	3,64	3,46	3,74	96	88	88	88
75	0	3,25	3,84	3,70	3,66	92	74	98	95
75	1	3,32	3,84	3,81	3,70	93	82	94	94
75	2	3,39	3,81	3,68	3,66	97	79	93	95
75	3	3,37	3,80	3,89	3,69	94	88	94	97
75	4	3,27	3,88	3,73	3,77	90	82	98	93

Onde: Zn: 0 = zero; 1 = 2; 2 = 4; 3 = 8 e 4 = 16 kg.ha⁻¹ de Zn
 Mn: 0 = zero; 1 = 7; 2 = 14; 3 = 28 e 4 = 56 kg.ha⁻¹ de Mn
 Cu: 0 = zero; 1 = 1,5; 2 = 3; 3 = 6 e 4 = 12 kg.ha⁻¹ de Cu
 B: 0 = zero; 1 = 0,8; 2 = 1,6; 3 = 3,2 e 4 = 6,4 kg.ha⁻¹ de B.

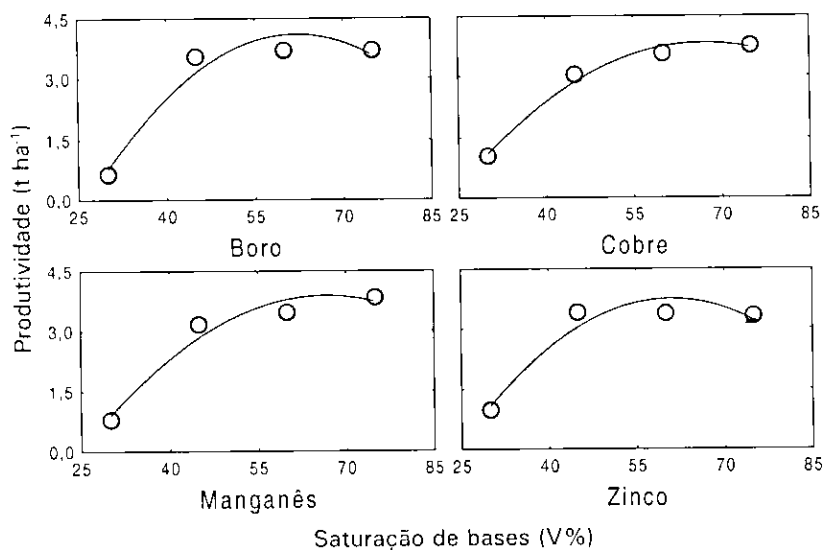


FIG. 1.13. Relação entre os níveis de saturação de bases (V%) e a produtividade da soja (BRSMa Tracajá), ajustados pelo modelo de regressão quadrática, em função dos tratamentos com micronutrientes, no ano agrícola de 2002

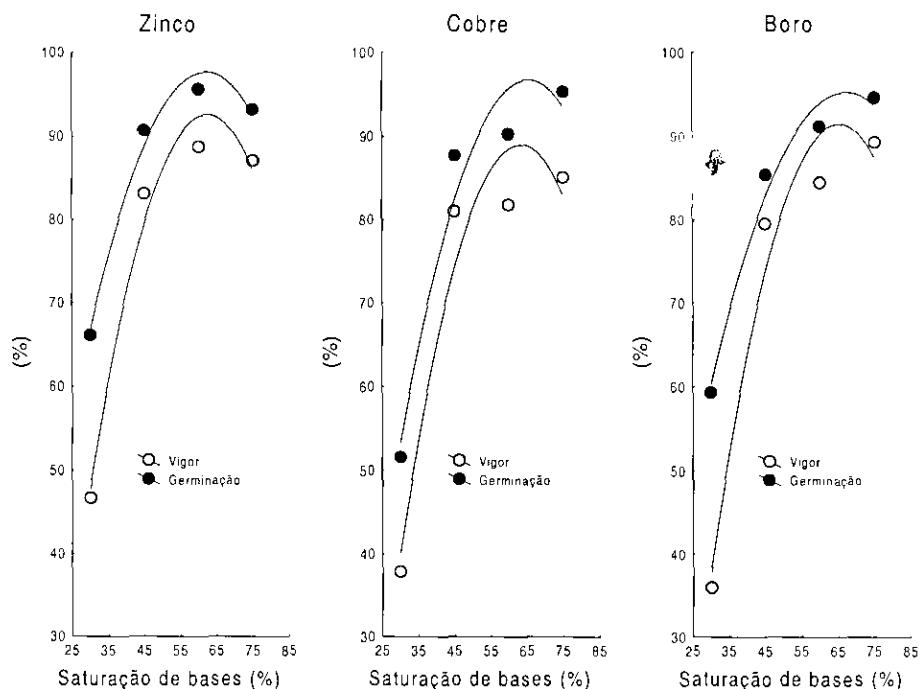


FIG. 1.14. Relação entre os níveis de saturação de bases (V%) e o vigor e germinação da soja (BRSMa Tracajá), ajustados pelo modelo de regressão quadrática, em função dos tratamentos com micronutrientes, no ano agrícola de 2002.

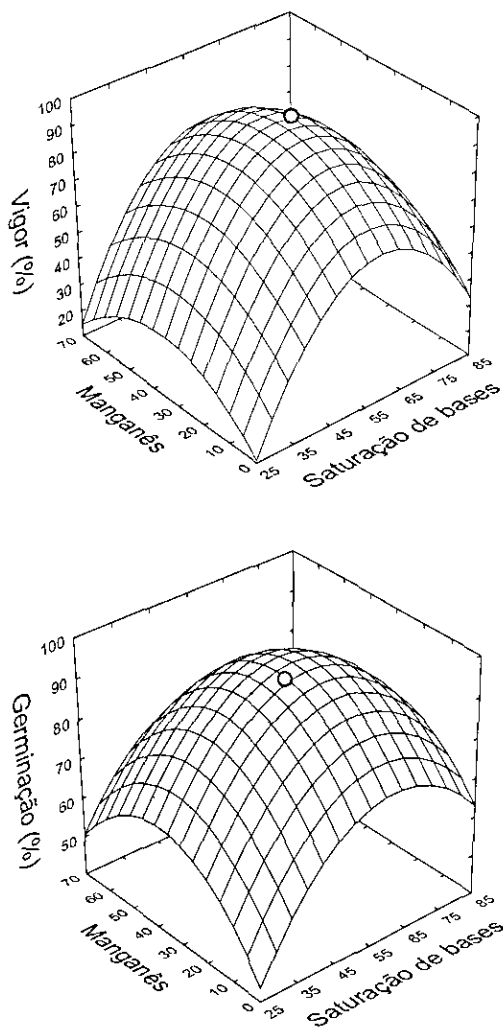


FIG. 1.15. Relação entre os níveis de saturação de bases (V%) e as doses de manganês sobre o vigor e germinação da soja (BRSMa Tracajá), ajustados pelo modelo de superfície de resposta quadrática, em função dos tratamentos com micronutrientes, no ano agrícola de 2002.



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Soja
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Caixa Postal 231 - CEP 86001-970 - Londrina, PR
Fone (43) 3371-6000 Fax (43) 3371-6100
<http://www.cnpso.embrapa.br>
sac@cnpso.embrapa.br

**Ministério da Agricultura
Pecuária e Abastecimento**

