

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**CURSO DE AGRONOMIA**

**RESPOSTAS DE CULTIVARES DE SOJA EM RELAÇÃO À DISPONIBILIDADE  
DE MANGANÊS**

**LUÍS ANTÔNIO DA SILVA**

**OSVALDO TOSHIYUKI HAMAWAKI  
(Orientador)**

Monografia apresentada ao Curso de  
Agronomia, da Universidade Federal de  
Uberlândia, para obtenção do grau de  
Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia – MG  
Abril – 2002

**RESPOSTAS DE CULTIVARES DE SOJA EM RELAÇÃO À DISPONIBILIDADE  
DE MANGANÊS**

APROVADA PELA BANCA EXAMINADORA EM 03 / 04 /2002

---

Prof. Dr. Osvaldo Toshiyuki Hamawaki

(Orientador)

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Regina Maria Quintão Lana

(Membro da Banca)

---

Prof. Dr. Julio Cesar Viglioni Penna

(Membro da Banca)

Uberlândia – MG  
Abril – 2002

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por ter me dado saúde e coragem para enfrentar todos os obstáculos, por estar presente em todos os dias da minha vida, dando-me forças para prosseguir.

Aos meus pais José Luiz da Silva e Irene Stabile da Silva, pelo carinho, pela dedicação na formação do meu caráter e responsabilidade pela minha educação por todos esses anos. À minha irmã Valdirene Aparecida da Silva, pelo carinho e pela força de sempre me ajudar nos momentos mais difíceis. Aos meus avós Otalvino Stabile e Rosalina Beletato Stabile, que com suas experiências me legaram o entusiasmo pela pesquisa, o meu muito obrigado.

Ao meu orientador Osvaldo Toshiyuki Hamawaki, pela oportunidade de desenvolver o presente trabalho e pelos conhecimentos adquiridos com a realização do mesmo.

À professora Regina Maria Quintão Lana e ao professor Julio Cesar Viglioni Penna, pelas sugestões que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos mestres, que transmitiram-me os conhecimentos para toda a vida.

À equipe do Programa de Melhoramento Genético de soja da Universidade Federal de Uberlândia, que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

E especialmente, o meu sincero agradecimento aos colegas e amigos da 23ª Turma de Agronomia, pela compreensão, confiança, respeito e principalmente pela amizade que permanecerá mesmo depois de concluída esta etapa em nossas vidas.

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	05
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	08
2.1 O manganês na planta e no solo .....	08
2.2 Aspectos genéticos da característica.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 Condução do experimento .....	14
3.2 Avaliação do experimento .....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1 Sintoma visual .....	20
4.2 Teor de manganês foliar .....	25
4.3 Produtividade de grãos .....	30
4.4 Coeficientes de correlação.....	34
4.5 Comportamento das cultivares quanto à disponibilidade de manganês .....	35
5. CONCLUSÕES .....	37
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38
APÊNDICE .....	41

## RESUMO

Em muitos campos de produção de soja existem fatores nutricionais impedindo a expressão do potencial produtivo das cultivares. Um deles é o problema da indisponibilidade de Mn em solos com pH elevado, ocasionado pela aplicação de doses excessivas de calcário. Para melhor compreensão do comportamento da soja em relação à disponibilidade de Mn, foi realizado um ensaio com 33 cultivares: CAC-1, Confiança, Conquista, DM-118, DM-247, DM-339, DM-Vitória, Doko RC, Emgopa-302, Emgopa-313, Emgopa-314, Emgopa-315, Emgopa-316, FT-104, FT-2000, FT-Estrela, Garimpo RCH, IAC-21, IAS-5, Liderança, MSOY-8400, MSOY-8411, MSOY-8800, Ocepar-16, Ocepar-19, Segurança, Suprema, UFV-16, UFV-18, UFV-19, UFVS-2001, Uirapuru e Vencedora. O experimento foi instalado em área de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico textura argilosa, apresentando  $0,8 \text{ mg kg}^{-1}$  de Mn, no município de Uberlândia, MG. Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados com três repetições, esquema fatorial  $33 \times 2$  (trinta e três cultivares, com e sem a aplicação de Mn via foliar). No tratamento que objetiva suprir a necessidade de Mn da soja foi feita a aplicação via foliar de  $6 \text{ kg ha}^{-1}$  de Mn, utilizando sulfato de manganês. Foram avaliados: sintoma visual, teor de Mn foliar e produtividade de grãos. Com base na produtividade de grãos e no comportamento em relação à disponibilidade de Mn, as cultivares de soja foram classificadas como: tolerantes e responsivas, não-tolerantes e responsivas, tolerantes e não-responsivas e não-tolerantes e não-responsivas. A análise de variância demonstrou que houve interação significativa entre as cultivares e a disponibilidade de Mn. Assim, conclui-se que a soja apresenta uma ampla variabilidade genética para a tolerância e responsividade ao Mn disponível.

## 1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill), planta autógama e anual, é considerada uma das mais importantes leguminosas cultivadas no mundo. O Brasil é o segundo maior produtor mundial, com produtividade média estimada, nas principais regiões produtoras, em 2.094 a 2.620 kg ha<sup>-1</sup>. Sendo que em determinadas regiões do centro-oeste brasileiro, estima-se que a produtividade média possa ultrapassar 3.000 kg ha<sup>-1</sup>, em grande parte devido às recentes implementações tecnológicas associado ao desenvolvimento de cultivares superiores.

O rápido desenvolvimento da produção, do consumo e do comércio de soja no Brasil exigiu a adoção de novas tecnologias no setor. Dentre elas, pode-se destacar o desenvolvimento de cultivares mais produtivas, tolerantes às condições adversas do ambiente, associada a algumas práticas culturais visando aumento de produtividade e consequentemente maior lucro.

A cultura da soja tem apresentado grande expansão nas áreas sob cerrado. Onde os solos apresentam, geralmente, boas condições físicas e características de relevo extremamente favoráveis a sua mecanização, mas possuem elevada acidez e, em geral, baixa fertilidade natural. No entanto, isso não é válido para o manganês, uma vez que a

maioria dos solos de cerrado, ainda não cultivados, apresentam altos teores desse micronutriente. Com a implantação de uma agricultura altamente tecnificada, vieram o uso excessivo de corretivos e fertilizantes, que levaram ao aumento do pH e da saturação por bases, indisponibilizando o manganês para a planta.

No momento as únicas alternativas do produtor de soja, no sentido de reverter a deficiência de manganês na cultura são: a aplicação de manganês via sulco de semeadura juntamente com a adubação NPK e/ou o emprego da aplicação via foliar, que quase sempre têm constituído em técnicas paliativas e onerosas.

Considerando que o sucesso da correção da deficiência de manganês é altamente dependente da fonte, dose e modo de aplicação do fertilizante, torna-se importante definir outras alternativas para garantir altas produtividades mesmo em solos pobres em manganês.

Existem algumas evidências de variações genéticas na eficiência da soja de desenvolver em solos deficientes em manganês e suas necessidades nutricionais em relação a esse micronutriente. Já foram documentadas algumas indicações de variação genética intra-específica na absorção e utilização do manganês pela soja.

Em geral, o desenvolvimento de cultivares para a maior eficiência nutricional tem sido orientada por informações, durante determinados estádios de desenvolvimento, sobre a quantidade de nutrientes absorvida e produções de grãos. A quantificação e avaliação destas e outras características, é dependente do genótipo, dos diversos fatores ambientais e da interação entre ambos.

Nesse sentido a possibilidade de serem desenvolvidas cultivares de soja mais responsivas e/ou tolerantes à deficiência de manganês, vislumbra em uma excelente alternativa para a redução de custos e aumento da produtividade de grãos. Assim, o

presente trabalho teve o intuito de estudar o comportamento de trinta e três cultivares de soja em relação à disponibilidade de manganês, possibilitando a identificação de cultivares mais responsivas e/ou tolerantes à deficiência desse micronutriente.



## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 O manganês na planta e no solo**

A função mais conhecida do manganês é a sua participação na liberação fotoquímica do oxigênio na clássica reação de Hill efetuada pelos cloroplastos: elétrons libertados da água pela enzima *S*, que contém quatro átomos de manganês, são transferidos para o fotossistema II, a molécula da clorofila *a*. Quando ocorre deficiência de manganês, além de comprometer a formação de enzimas *S*, a estrutura dos cloroplastos é alterada. Outra enzima que contém manganês é a que promove a redução do nitrato em nitrito (MALAVOLTA et al., 1997).

Ainda segundo Malavolta et al., (1997), a dismutase de peróxido é dependente de manganês, este protege a célula do efeito prejudicial de radicais livres formados em reações das quais o oxigênio participa. Quando há carência de manganês diminui a alongação celular, o que pode indicar inibição na síntese de lipídios ou metabólitos secundários como o ácido giberélico e isoprenóides. O manganês ajuda a controlar o nível de AIA, ativando a oxidase do mesmo, através de um mecanismo em que a valência muda de +3 para +2.

Entre todos os micronutrientes, o manganês, parece ser o mais importante no desenvolvimento de resistência à doenças fúngicas das raízes e das folhas. Nesse sentido diversos mecanismos podem atuar: o manganês participa da síntese de lignina, principalmente na raiz, constituindo barreira física à entrada do patógeno; o manganês também está envolvido na biossíntese de fenóis, nesse sentido quando há deficiência, o teor de fenóis solúveis cai e o mesmo acontece com a resistência à doenças. Ligninas e fenóis são considerados as defesas primárias contra a infecção por fungos; a aminopeptidase, enzima que hidrolisa proteínas dando aminoácidos essenciais para o crescimento do fungo, é inibida pelo manganês. A metilesterase da pectina é uma exoenzima do fungo, que degrada a parede celular do hospedeiro, que também é inibida pela presença de manganês; por outro lado, com a deficiência de manganês caem a fotossíntese e a exsudação de carboidratos pelas raízes, os quais são fonte de alimento para a microflora do solo competidora dos patógenos; além disso, a exigência de manganês do fungo é cem vezes menor que a da planta e por isso, concentrações adequadas na célula podem ser tóxicas para o patógeno; o fungo pode promover a oxidação do manganês na rizosfera induzindo deficiência na planta; por outro lado, uma planta que exsuda fontes de energia para microrganismos redutores na zona das raízes pode provocar toxidez para o fungo (MALAVOLTA et al., 1997).

A deficiência de manganês na soja provoca clorose entre as nervuras das folhas. Exceto as nervuras, as folhas de soja tornam-se verde-pálido e passam para amarelo-pálido. Áreas necróticas marrons desenvolvem-se nas folhas à medida que a deficiência torna-se mais severa. A deficiência de manganês é muito semelhante a de ferro e de magnésio, diferindo apenas pelas nervuras que permanecem verdes e aparecem ressaltadas, de forma

saliente. Os sintomas são visíveis primeiro nas folhas novas, enquanto na deficiência de magnésio as folhas velhas são as primeiras a serem afetadas. Algumas vezes, as folhas novas, e com deficiência, podem manter os sintomas enquanto aquelas que se desenvolveram depois, em estágio fisiológico mais avançado, podem ter aparência verde, de forma saudável, sem o problema. Isto pode ocorrer por causa da mudança das condições climáticas ou porque as raízes cresceram para um horizonte mais baixo, com solo ácido, e que tenha maior disponibilidade de manganês na solução do solo. Isto ocorre muitas das vezes quando o calcário é incorporado com grade a pouca profundidade, ocorrendo um excesso de calcário a 5 ou 10 cm, com elevação do pH acima de 7,0 (BORKERT et al., 1994).

Os primeiros sintomas de deficiência são observados cerca de três semanas após a semeadura, com amarelecimento e clorose internerval das folhas adultas, além de redução acentuada no tamanho do limbo foliar no trifólio do sétimo nó (TANAKA et al., 1992). Em outro trabalho foi evidenciado que decorridas algumas semanas, as plantas recuperam a sua coloração normal, possivelmente pelo maior desenvolvimento do sistema radicular, que possibilitou a absorção de manganês disponível nas camadas mais profundas do solo, onde o efeito da calagem não se fez presente (TANAKA et al., 1989). Outros autores levantam a hipótese que a recuperação dessas plantas se deve a ação solubilizadora do manganês por compostos exsudados pelas raízes (GODO; REISENAUER, 1980).

Segundo Borkert et al., (1994), a deficiência de manganês na soja tem sido observada em solos com altos teores de ferro e/ou alumínio e em latossolos arenosos que receberam calcário muito acima da dose recomendada ou foram mal incorporados. Já foi observado que sintomas de deficiência de manganês têm ocorrido em áreas de cerrado que

receberam calagem em excesso, a ponto de elevar o pH acima de 6,0 (NOVAIS, 1999). Outros autores também concluíram que os solos com valores de pH superiores a 6,0 apresentam deficiência de manganês em plantas de soja, tanto no campo (RITCHEY et al., 1981) como em vasos (NOVAIS et al., 1989).

O manganês é um dos micronutrientes que a disponibilidade tende a diminuir com o aumento do pH. Assim, segundo Grahan et al., (1995), a deficiência de manganês é um problema sério em soja cultivada em solos com pH elevado, que pode ser controlado através do uso de fertilizantes químicos.

Estudos observaram que o uso do sulfato ou do óxido de manganês em aplicações no solo, foram ambos eficientes no suprimento do micronutriente para a soja, embora doses mais elevadas sejam necessárias quando se usa o óxido de manganês. Pois de uma maneira geral, o sulfato de manganês proporciona maior incremento no teor de manganês na planta (ABREU et al., 1996).

## **2.2 Aspectos genéticos da característica**

De acordo com Ronzelli Júnior, (1996), o melhoramento genético de plantas visando resistência ou tolerância a condições adversas tem se transformado, nos últimos anos, em alternativa de extrema importância para a obtenção de novas cultivares mais competitivas, como também para a manutenção de cultivares consagradas no mercado. Essas cultivares, não fossem as alternativas de introdução de resistência ou tolerância poderiam ter seu período útil de recomendação abruptamente interrompido. Normalmente, os solos podem provocar as chamadas doenças nutricionais abióticas por excesso ou falta de algum nutriente, como é o caso do manganês, ou mesmo pela presença no solo de algum

elemento químico indesejável, como é o caso do alumínio tóxico. Assim, é de extrema importância o melhoramento genético de plantas voltado para a obtenção de cultivares que sejam resistentes ou tolerantes às pequenas quantidades disponíveis de algum nutriente essencial, ou até de seu excesso que passa a ser fitotóxico, bem como a presença do alumínio tóxico nos solos. No entanto, esses objetivos devem ser alcançados sem deixar de levar em consideração o objetivo maior que é a manutenção da produtividade e da qualidade do produto final.

Espécies e cultivares diferem consideravelmente na suscetibilidade à deficiência de manganês nos solos. Trigo, soja, aveia e pessegueiro são exemplos de espécies bastante suscetíveis à deficiência de manganês, enquanto que o milho e o centeio não são suscetíveis (REUTER et al., 1988). A eficiência de absorção e/ou utilização do manganês, pelas cultivares de uma determinada espécie, caracteriza-se pela alta herdabilidade, e possível envolvimento de genes dominantes majoritários (GRAHAM, 1988).

Em cultivares de trigo as diferenças observadas, quanto a suscetibilidade à deficiência de manganês em solos calcários, foram relacionadas às diferenças na absorção de manganês, e não à utilização interna do nutriente (MARCAR; GRAHAM, 1987). O mesmo foi observado por Bansal e Nayyar, (1994), em soja, no qual a reação das diferentes cultivares à deficiência de manganês foi dependente da habilidade inerente do genótipo em absorver o manganês do solo. Este fato também pode estar relacionado ao maior desenvolvimento de raízes laterais, como observado por Marcar e Graham, (1987), em cevada.

As cultivares de soja comportam-se diferentemente quanto a adaptação às condições de fertilidade do solo. Todavia, os programas de melhoramento visando

adaptação às condições adversas do solo, como baixo pH, elevado conteúdo de alumínio e manganês e baixos teores de fósforo, são relativamente recentes (SEDIYAMA et al., 1999).

Segundo Martinez et al., (1993), existem vários mecanismos e processos que contribuem para o uso eficiente de um nutriente, a saber: geometria radicular, solubilização do nutriente na rizosfera, capacidade de absorção em baixas concentrações na solução do solo, alocação interna na planta e necessidade funcional do nutriente.

A utilização de cultivares tolerantes à deficiência de manganês, seria uma alternativa para a solução do problema do cultivo de soja em solos pobres em manganês, dado a identificação dos genes que governam o caráter (GRAHAN et al., 1995).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Condução do experimento**

Foi avaliado um grupo de trinta e três cultivares de soja indicadas para cultivo no Brasil Central. Esse grupo foi constituído de cultivares representantes de quatro grupos de maturação (semiprecoce, médio, semitardio e tardio). Além disso, procurou-se incluir cultivares oriundas de diferentes programas de melhoramento, no intuito de conseguir uma amostra representativa da variabilidade genética do germoplasma brasileiro de soja.

As cultivares selecionadas para o ensaio, de acordo com o grupo de maturação, foram: SEMIPRECOCE - Confiança, DM-118, Emgopa-302, Emgopa-316, FT-2000, FT-Estrela, IAS-5, Ocepar-16 e Ocepar-19; MÉDIO - DM-247, Garimpo RCH, Liderança, MSOY-8400, MSOY-8411, UFV-16, UFV-19 e UFVS-2001; SEMITARDIO - CAC-1, Conquista, Emgopa-315, IAC-21, MSOY-8800, Segurança, Suprema, Uirapuru e Vencedora; TARDIO - DM-339, DM-Vitória, Doko RC, Emgopa-313, Emgopa-314, FT-104 e UFV-18.

O experimento foi conduzido no período de outubro de 2000 a março de 2001, em

área de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico textura argilosa, apresentando 0,8 mg kg<sup>-1</sup> de manganês (Tabela 1), da Fazenda Santa Rosa, município de Uberlândia - MG. Onde em cultivos anteriores com soja já se constatou problemas de deficiência de manganês.

Tabela 1: Análise química do solo da área do experimento. Uberlândia - MG. 2000.

pH água	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	t	T	V	M	M.O.	Mn
1 : 2,5	---mg dm <sup>-3</sup> ---		-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----							----%----		g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>
6,10	4,6	77,8	0,0	2,6	0,8	2,1	3,6	3,56	5,63	63	0	34	0,8

Observações: P, K = (HCl 0,05 N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 N); Al, Ca, Mg = (KCl 1 N); M.O. = (Walkley-Black); SB = Soma de Bases / t = CTC efetiva / T = CTC a pH 7,0 / V = Saturação por bases / m = Saturação por Al Análise feita de acordo com a metodologia proposta pela EMBRAPA (1979).

Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados com três repetições, esquema fatorial 33 x 2 (trinta e três cultivares, com e sem a aplicação de manganês via foliar). As cultivares selecionadas foram semeadas no campo em parcelas constituídas de quatro linhas de 5 metros de comprimento, com espaçamento de 50 cm entre linhas, obedecendo, aproximadamente, a densidade recomendada para cada cultivar. Para a obtenção da área útil foram desprezadas duas linhas de bordadura, e 50 cm de cada extremidade das duas linhas centrais, ficando a parcela útil com 4,0 m<sup>2</sup>.

Todas as parcelas foram adubadas com 16 kg de nitrogênio, 80 kg de fósforo e 80 kg de potássio. Aplicando-se no sulco de semeadura 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 04 – 20 – 20. Foi feita a aplicação via foliar de 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês, utilizando sulfato de manganês monohidratado (MnSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O).



### 3.2 Avaliação do experimento

Quando cada uma das trinta e três cultivares alcançou o estágio de pleno florescimento, ou seja, em R2 (Tabela 4A). As amostras de folhas para avaliar o teor de manganês foliar (TMn) foram colhidas, aleatoriamente, de um total de dez plantas por parcela, as folhas adultas com pecíolos, que correspondem às 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> folhas trifolioladas a partir do ápice da haste principal. Posteriormente, comparando os resultados com o nível de suficiência (Tabela 3A).

Foram avaliadas também as seguintes variáveis:

a) Produtividade de grãos (PRG): peso em kg ha<sup>-1</sup>, dos grãos colhidos.

b) Sintoma visual (SIV), conforme escala de notas a seguir:

0 - sem sintomas de deficiência;

1 - folhas verdes com algumas pequenas regiões amareladas;

2 - folhas verdes com regiões amareladas maiores;

3 - as regiões amareladas tomam quase toda a folha e as nervuras começam a ficar evidentes;

4 - as regiões amareladas aumentam e as nervuras ficam evidentes;

5 - folhas com limbo amarelo bem forte e nervuras verdes bastante evidentes.

Com base nos dados de produtividade de grãos e do comportamento das cultivares de soja quanto à disponibilidade de manganês (valor  $\alpha$ ), as cultivares de soja foram classificadas em quatro grupos, dentro dos quatro grupos de maturação considerados: tolerantes e responsivas (TR), não-tolerantes e responsivas (NTR), tolerantes e não-responsivas (TNR) e não-tolerantes e não-responsivas (NTNR).

Como conceito de planta tolerante seguiu-se o proposto por Fox, (1978): são plantas capazes de apresentar uma alta produção em um solo que contém manganês disponível abaixo do necessário para atingir-se a produção máxima. Por outro lado, as plantas responsivas são aquelas que manifestam incremento na produção de acordo com o aumento da disponibilidade de manganês.

O modelo básico do valor  $\alpha$  é dado pela fórmula:

$$\alpha = \frac{\text{PRG}_{\text{ACMn}} - \text{PRG}_{\text{BCMn}}}{\text{ACMn} - \text{BCMn}}$$

Sendo:  $\alpha$ - valor  $\alpha$  (comportamento), PRG- produtividade de grãos, ACMn- alta concentração de manganês e BCMn- baixa concentração de manganês.

Os resultados foram dispostos em um diagrama dividido em quadrantes, que permitiu comparar a média de cada cultivar com a média de todas as cultivares estudadas:

Quadrante 1: Cultivares tolerantes e responsivas (TR) – apresentam alto valor  $\alpha$ , produzem bem em BCMn e respondem à ACMn.

Quadrante 2: Cultivares não-tolerantes e responsivas (NTR) – apresentam alto valor  $\alpha$ , produzem pouco em BCMn, mas respondem à ACMn.

Quadrante 3: Cultivares tolerantes e não-responsivas (TNR) – apresentam valor  $\alpha$  menor que o valor médio, produzem bem na BCMn mas não respondem à ACMn.

Quadrante 4: Cultivares não-tolerantes e não-responsivas (NTNR) – apresentam baixo valor  $\alpha$  e produzem pouco, seja na BCMn ou ACMn.

As análises estatísticas dos dados foram realizadas utilizando-se o programa computacional SAEG (Sistema para Análise Estatística em Geral), submetendo-se ao teste

de F. Quando houve efeito significativo dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ou pelo teste de agrupamento de Scott - Knott, com diferença mínima significativa (d.m.s.), ao nível de 5% de probabilidade. Foram também calculados os coeficientes de correlação de Pearson entre as três variáveis estudadas (BANZATTO; KRONKA, 1992).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância das variáveis estudadas demonstrou que houve interação significativa entre cultivar e dose (Tabela 2). Assim, para cada variável foi feita a comparação das médias ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2: Resumo das análises de variância para sintoma visual (SIV), teor de manganês foliar (TMn) e produtividade de grãos (PRG).

Fontes de variação	GL	QM <sub>(SIV)</sub>	QM <sub>(TMn)</sub>	QM <sub>(PRG)</sub>
Cultivar	32	8,761683 <sup>**</sup>	2747,492 <sup>**</sup>	410732,5 <sup>**</sup>
Dose	1	154,6717 <sup>**</sup>	52212,89 <sup>**</sup>	1908125,0 <sup>**</sup>
Cultivar x Dose	32	3,827969 <sup>**</sup>	3946,181 <sup>**</sup>	73231,89 <sup>*</sup>
Bloco	2	0,3686869 <sup>ns</sup>	24,74651 <sup>ns</sup>	46353,76 <sup>ns</sup>
Resíduo	130	0,3430439	25,79135	47874,80
C.V. (%)		28,920	12,686	7,347

<sup>\*</sup>, <sup>\*\*</sup> Significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste de F; <sup>ns</sup> Não significativo.

Os resultados da análise de variância demonstraram que, para as variáveis estudadas: sintoma visual (SIV), teor de manganês foliar (TMn) e produtividade de grãos (PRG), houve diferença estatística significativa ( $P < 0,05$ ) entre as cultivares estudadas quanto ao seu comportamento em relação à disponibilidade de manganês. Para a variável

PRG, quando se estudou a interação cultivar x dose, a diferença estatística foi significativa até ao nível de ( $P < 0,01$ ).

Com relação aos coeficientes de variação, para SIV apresentou-se mais alto, em parte devido a subjetividade da escala de notas utilizada para diagnosticar o estado nutricional das plantas. Para TMn e PRG os coeficientes de variação foram relativamente baixos.

#### **4.1 Sintoma visual**

Houve variação de comportamento entre as cultivares de soja em relação à disponibilidade de manganês. Conforme a escala de notas utilizada para a identificação das cultivares quanto ao sintoma visual, de modo geral, as cultivares de ciclo de maturação semiprecoce apresentaram valores de nota maior, refletindo sintoma característico de deficiência de manganês. Por outro lado, as cultivares de ciclo de maturação tardio apresentaram valores de nota menor, refletindo, quando muito, apenas traços de deficiência de manganês.

Com base nos resultados apresentados na Tabela 3, as cultivares Garimpo RCH, Emgopa-313 e UFV-16 foram as que apresentaram as maiores notas para SIV na dose de 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês, não apresentando diferença estatística significativa entre si. Na dose de 0 kg ha<sup>-1</sup> de manganês as cultivares que apresentaram as maiores notas para SIV foram: FT-2000, Garimpo RCH, IAS-5, Liderança, Ocepar-19, Confiança, DM-118, Emgopa-313, Emgopa-316, Emgopa-302 e Segurança, não apresentando diferença estatística significativa entre si.

Tabela 3: Resultados médios da nota para sintoma visual (SIV), obtidos entre as cultivares de soja na dose de 0 e 6 kg.ha<sup>-1</sup> de manganês<sup>1</sup>.

CULTIVAR	GRUPO DE MATURAÇÃO <sup>2</sup>	SIV	
		0 kg ha <sup>-1</sup>	6 kg ha <sup>-1</sup>
CAC-1	ST	1,67 c A	0,33 d B
Confiança	SP	4,67 a A	1,33 c B
Conquista	ST	2,00 c A	0,33 d B
DM-118	SP	4,67 a A	1,33 c B
DM-247	M	3,33 b A	0,33 d B
DM-339	T	0,67 d A	0,00 d A
DM-Vitória	T	3,33 b A	0,67 d B
Doko RC	T	2,33 c A	0,33 d B
Emgopa-302	SP	4,33 a A	1,67 c B
Emgopa-313	T	4,67 a A	4,00 a A
Emgopa-314	T	0,00 d A	0,33 d A
Emgopa-315	ST	2,33 c A	0,33 d B
Emgopa-316	SP	4,67 a A	0,00 d B
FT-104	T	1,67 c A	0,33 d B
FT-2000	SP	5,00 a A	0,33 d B
FT-Estrela	SP	2,67 c A	0,67 d B
Garimpo RCH	M	5,00 a A	4,33 a A
IAC-21	ST	0,67 d A	0,33 d A
IAS-5	SP	5,00 a A	2,00 b B
Liderança	M	5,00 a A	1,67 c B
MSOY-8400	M	0,33 d B	2,67 b A
MSOY-8411	M	2,67 c A	0,33 d B
MSOY-8800	ST	1,33 d B	3,00 b A
Ocepar-16	SP	3,33 b A	2,33 b B
Ocepar-19	SP	5,00 a A	1,67 c B
Segurança	ST	4,33 a A	1,67 c B
Suprema	ST	0,67 d A	0,00 d A
UFV-16	M	3,67 b A	3,67 a A
UFV-18	T	1,67 c A	0,00 d B
UFV-19	M	2,67 c A	0,00 d B
UFVS-2001	M	0,67 d A	0,00 d A
Uirapuru	ST	4,00 b A	0,67 d B
Vencedora	ST	2,00 c A	1,00 c B

<sup>1</sup> Médias seguidas por uma mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> SP = Semiprecoce, M = Médio, ST = Semitardio, T = Tardio

Com estes resultados é possível inferir que a cultivar Garimpo RCH não conseguiu suprir sua necessidade de manganês com a aplicação de 6 kg ha<sup>-1</sup>, a ponto de não manifestar sintoma visual de deficiência. Assim, esta cultivar se configura como uma das mais sensíveis à deficiência de manganês, concordando com o relato de Tanaka et al., (1992).

Na Tabela 4 são apresentados os resultados médios da nota para SIV, obtidos entre as cultivares de soja do grupo de maturação semiprecoce, na dose de 0 e 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês. Neste caso é possível observar que quando se fez a aplicação de manganês via foliar, todas as cultivares apresentaram redução no sintoma visual de deficiência.

Os resultados médios da nota para SIV, obtidos entre as cultivares de soja do grupo de maturação médio, na dose de 0 e 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês, a cultivar Garimpo RCH apresentou uma ligeira redução no sintoma visual de deficiência com a aplicação de manganês via foliar (Tabela 5).

Tabela 4: Resultados médios da nota para sintoma visual (SIV), obtidos entre as cultivares de soja do grupo de maturação semiprecoce, na dose de 0 e 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês<sup>1</sup>.

CULTIVAR	SIV	
	0 kg ha <sup>-1</sup>	6 kg ha <sup>-1</sup>
Confiança	4,67 a A	1,33 a B
DM-118	4,67 a A	1,33 a B
Emgopa-302	4,33 a A	1,67 a B
Emgopa-316	4,67 a A	0,00 b B
FT-2000	5,00 a A	0,33 b B
FT-Estrela	2,67 b A	0,67 b B
IAS-5	5,00 a A	2,00 a B
Ocepar-16	3,33 b A	2,33 a B
Ocepar-19	5,00 a A	1,67 a B

<sup>1</sup> Médias seguidas por uma mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5: Resultados médios da nota para sintoma visual (SIV), obtidos entre as cultivares de soja do grupo de maturação médio, na dose de 0 e 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês<sup>1</sup>.

CULTIVAR	SIV	
	0 kg ha <sup>-1</sup>	6 kg ha <sup>-1</sup>
DM-247	3,33 b A	0,33 d B
Garimpo RCH	5,00 a A	4,33 a A
Liderança	5,00 a A	1,67 c B
MSOY-8400	0,33 c B	2,67 b A
MSOY-8411	2,67 b A	0,33 d B
UFV-16	3,67 b A	3,67 a A
UFV-19	2,67 b A	0,00 d B
UFVS-2001	0,67 c A	0,00 d A

<sup>1</sup> Médias seguidas por uma mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Nas médias das notas para SIV, obtidas entre as cultivares de soja do grupo de maturação semitardio, o destaque fica para as cultivares Segurança e Uirapuru que apresentaram forte deficiência de manganês na dose de 0 kg ha<sup>-1</sup>, no entanto, tiveram redução significativa do SIV com a aplicação de 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês (Tabela 6).

Na Tabela 7 são apresentados os resultados médios da nota para SIV, obtidos entre as cultivares de soja do grupo de maturação tardio, na dose de 0 e 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês. Neste caso é possível observar que, de maneira geral, as cultivares apresentaram baixos SIV nas duas doses de manganês. Exceto, a cultivar Emgopa-313 que apresentou valores altos de SIV nas duas doses de manganês, mostrando-se sensível à deficiência.



Tabela 6: Resultados médios da nota para sintoma visual (SIV), obtidos entre as cultivares de soja do grupo de maturação semitardio, na dose de 0 e 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês<sup>1</sup>.

CULTIVAR	SIV	
	0 kg ha <sup>-1</sup>	6 kg ha <sup>-1</sup>
CAC-1	1,67 b A	0,33 c B
Conquista	2,00 b A	0,33 c B
Emgopa-315	2,33 b A	0,33 c B
IAC-21	0,67 c A	0,33 c A
MSOY-8800	1,33 c B	3,00 a A
Segurança	4,33 a A	1,67 b B
Suprema	0,67 c A	0,00 c A
Uirapuru	4,00 a A	0,67 c B
Vencedora	2,00 b A	1,00 c B

<sup>1</sup> Médias seguidas por uma mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7: Resultados médios da nota para sintoma visual (SIV), obtidos entre as cultivares de soja do grupo de maturação tardio, na dose de 0 e 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês<sup>1</sup>.

CULTIVAR	SIV	
	0 kg ha <sup>-1</sup>	6 kg ha <sup>-1</sup>
DM-339	0,67 d A	0,00 b A
DM-Vitória	3,33 b A	0,67 b B
Doko RC	2,33 c A	0,33 b B
Emgopa-313	4,67 a A	4,00 a A
Emgopa-314	0,00 d A	0,33 b A
FT-104	1,67 c A	0,33 b B
UFV-18	1,67 c A	0,00 b B

<sup>1</sup> Médias seguidas por uma mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## 4.2 Teor de manganês foliar

As cultivares apresentaram grande variação no teor de manganês foliar, refletindo, portanto, diferença de comportamento entre as cultivares de soja em relação à capacidade de absorção de manganês. De acordo com a análise laboratorial, de modo geral, as cultivares de ciclo de maturação semiprecoce apresentaram valores baixos de manganês nas folhas antes da aplicação de manganês, refletindo sintoma característico de deficiência. Com a aplicação de  $6 \text{ kg ha}^{-1}$  de manganês as cultivares semiprecoces apresentaram os maiores valores de TMn. Por outro lado, as cultivares de ciclo de maturação médio, semitardio e tardio apresentaram valores intermediários de manganês nas folhas, sendo poucas as cultivares que apresentaram incremento significativo no TMn após a aplicação de manganês via foliar (Tabela 8).

Com base nos resultados apresentados na Tabela 9, a cultivar Confiança foi a que apresentou o maior TMn na dose de  $6 \text{ kg ha}^{-1}$  de manganês. Já na dose de  $0 \text{ kg ha}^{-1}$  de manganês as cultivares que apresentaram os maiores TMn foram: MSOY-8400 e DM-247, não apresentando diferença estatística significativa entre si.

Com estes resultados é possível inferir que as cultivares semiprecoces são mais sensíveis à deficiência de manganês, devido ao baixo TMn encontrado quando não se aplicou manganês via foliar. Por outro lado, são as cultivares que mais respondem a aplicação desse micronutriente.

Tabela 8: Resultados médios do teor de manganês foliar (TMn), obtidos entre as cultivares de soja na dose de 0 e 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês<sup>1</sup>.

CULTIVAR	GRUPO DE MATURAÇÃO <sup>2</sup>	TMn	
		0 kg ha <sup>-1</sup>	6 kg ha <sup>-1</sup>
CAC-1	ST	24,20 c A	30,77 h A
Confiança	SP	20,23 c B	186,57 a A
Conquista	ST	28,03 b A	34,03 g A
DM-118	SP	17,03 d B	28,23 h A
DM-247	M	38,63 a A	37,67 g A
DM-339	T	24,13 c B	38,30 g A
DM-Vitória	T	16,93 d B	33,40 g A
Doko RC	T	25,90 c B	39,47 g A
Emgopa-302	SP	17,57 d B	127,57 d A
Emgopa-313	T	21,07 c A	22,47 h A
Emgopa-314	T	25,43 c A	21,50 h A
Emgopa-315	ST	23,67 c A	27,50 h A
Emgopa-316	SP	15,33 d B	164,03 b A
FT-104	T	27,07 b B	56,40 f A
FT-2000	SP	9,80 d B	125,97 d A
FT-Estrela	SP	23,90 c A	29,90 h A
Garimpo RCH	M	24,43 c A	28,73 h A
IAC-21	ST	31,40 b A	33,53 g A
IAS-5	SP	13,77 d B	140,47 c A
Liderança	M	14,03 d B	95,30 e A
MSOY-8400	M	40,07 a A	29,60 h B
MSOY-8411	M	21,57 c B	35,27 g A
MSOY-8800	ST	33,40 b A	23,43 h B
Ocepar-16	SP	23,67 c B	33,73 g A
Ocepar-19	SP	11,23 d B	143,90 c A
Segurança	ST	21,13 c B	41,77 g A
Suprema	ST	31,60 b B	44,67 g A
UFV-16	M	24,03 c A	24,00 h A
UFV-18	T	27,67 b B	37,53 g A
UFV-19	M	21,80 c B	37,87 g A
UFVS-2001	M	33,27 b A	37,50 g A
Uirapuru	ST	20,60 c A	27,83 h A
Vencedora	ST	32,57 b A	38,03 g A

<sup>1</sup> Médias seguidas por uma mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> SP = Semiprecoce, M = Médio, ST = Semitardio, T = Tardio

Com os resultados médios do TMn, obtidos entre as cultivares de soja do grupo de maturação semiprecoce, na dose de 0 e 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês, é possível observar que quando se fez a aplicação de manganês via foliar, a maioria das cultivares apresentaram acréscimo acentuado no TMn. Exceto, as cultivares DM-118, FT-Estrela e Ocepar-16 que não apresentaram incrementos tão expressivos.

Na Tabela 10, onde são apresentados os resultados médios do TMn, obtidos entre as cultivares de soja do grupo de maturação médio, na dose de 0 e 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês, o destaque fica para a cultivar Liderança que apresentou um significativo incremento no TMn com a aplicação de 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês via foliar.

Com relação aos resultados médios do TMn, obtidos entre as cultivares de soja do grupo de maturação semitardio, na dose de 0 e 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês, (Tabela 11), o destaque fica para a cultivar Segurança que apresentou um incremento significativo no TMn após a aplicação de 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês.

Os resultados médios do TMn, obtidos entre as cultivares de soja do grupo de maturação tardio, na dose de 0 e 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês, (Tabela 12), demonstram que, de maneira geral, as cultivares apresentaram baixo TMn sem a aplicação de manganês, não apresentado diferença estatística significativa entre si. Com a aplicação de 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês via foliar, a cultivar FT-104 foi a que apresentou o maior incremento no TMn.

Pode-se dizer que a aplicação de 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês foi suficiente para elevar o TMn em todas as cultivares de soja acima do nível crítico de suficiência (Tabela 3A). Contudo, sem chegar a níveis excessivos que poderiam causar toxidez às plantas.

Tabela 9: Resultados médios do teor de manganês foliar (TMn), obtidos entre as cultivares de soja do grupo de maturação semiprecoce, na dose de 0 e 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês<sup>1</sup>.

CULTIVAR	TMn	
	0 kg ha <sup>-1</sup>	6 kg ha <sup>-1</sup>
Confiança	20,23 a B	186,57 a A
DM-118	17,03 b B	28,23 e A
Emgopa-302	17,57 b B	127,57 d A
Emgopa-316	15,33 b B	164,03 b A
FT-2000	9,80 b B	125,97 d A
FT-Estrela	23,90 a A	29,90 e A
IAS-5	13,77 b B	140,47 c A
Ocepar-16	23,67 a B	33,73 e A
Ocepar-19	11,23 b B	143,90 c A

<sup>1</sup> Médias seguidas por uma mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 10: Resultados médios do teor de manganês foliar (TMn), obtidos entre as cultivares de soja do grupo de maturação médio, na dose de 0 e 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês<sup>1</sup>.

CULTIVAR	TMn	
	0 kg ha <sup>-1</sup>	6 kg ha <sup>-1</sup>
DM-247	38,63 a A	37,67 b A
Garimpo RCH	24,43 b A	28,73 c A
Liderança	14,03 b B	95,30 a A
MSOY-8400	40,07 a A	29,60 c B
MSOY-8411	21,57 b B	35,27 b A
UFV-16	24,03 b A	24,00 c A
UFV-19	21,80 b B	37,87 b A
UFVS-2001	33,27 a A	37,50 b A

<sup>1</sup> Médias seguidas por uma mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 11: Resultados médios do teor de manganês foliar (TMn), obtidos entre as cultivares de soja do grupo de maturação semitardio, na dose de 0 e 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês<sup>1</sup>.

CULTIVAR	TMn	
	0 kg ha <sup>-1</sup>	6 kg ha <sup>-1</sup>
CAC-1	24,20 b A	30,77 b A
Conquista	28,03 a A	34,03 b A
Emgopa-315	23,67 b A	27,50 b A
IAC-21	31,40 a A	33,53 b A
MSOY-8800	33,40 a A	23,43 b B
Segurança	21,13 b B	41,77 a A
Suprema	31,60 a B	44,67 a A
Uirapuru	20,60 b A	27,83 b A
Vencedora	32,57 a A	38,03 a A

<sup>1</sup> Médias seguidas por uma mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 12: Resultados médios do teor de manganês foliar (TMn), obtidos entre as cultivares de soja do grupo de maturação tardio, na dose de 0 e 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês<sup>1</sup>.

CULTIVAR	TMn	
	0 kg ha <sup>-1</sup>	6 kg ha <sup>-1</sup>
DM-339	24,13 a B	38,30 b A
DM-Vitória	16,93 a B	33,40 b A
Doko RC	25,90 a B	39,47 b A
Emgopa-313	21,07 a A	22,47 c A
Emgopa-314	25,43 a A	21,50 c A
FT-104	27,07 a B	56,40 a A
UFV-18	27,67 a B	37,53 b A

<sup>1</sup> Médias seguidas por uma mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### 4.3 Produtividade de grãos

O comportamento produtivo das cultivares de soja apresentou uma grande variação em relação à disponibilidade de manganês. De modo geral, as cultivares de ciclo de maturação semiprecoce apresentaram as maiores diferenças na PRG quando se compara a aplicação de 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês com a não aplicação, demonstrando que as cultivares semiprecoces são muito sensíveis à deficiência de manganês. Por outro lado, poucas cultivares de ciclo de maturação tardio apresentaram pouco incrementos na PRG com a aplicação de manganês via foliar (Tabela 13 a 17).

Com base nos resultados apresentados na Tabela 13, a cultivar mais produtiva na dose de 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês foi a DM-Vitória, produzindo 3.511,37 kg ha<sup>-1</sup> de grãos, não diferindo estatisticamente de outras cultivares também mais produtivas. A que apresentou a menor média de PRG foi a cultivar Emgopa-314, produzindo 2.481,10 kg ha<sup>-1</sup> de grãos, embora não diferindo estatisticamente de outras cultivares menos produtivas. Já sem a aplicação de manganês a cultivar mais produtiva foi a UFVS-2001, produzindo 3.478,47 kg ha<sup>-1</sup> de grãos, não diferindo estatisticamente de outras cultivares também mais produtivas. A cultivar menos produtiva foi a Doko RC, produzindo 2.364,70 kg ha<sup>-1</sup> de grãos, embora não diferindo estatisticamente de outras cultivares menos produtivas.

Com estes resultados é possível inferir que a cultivar UFVS-2001 apresenta uma grande adaptabilidade a solos com baixa disponibilidade de manganês.

Tabela 13: Resultados médios da produtividade de grãos (PRG), obtidos entre as cultivares de soja na dose de 0 e 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês<sup>1</sup>.

CULTIVAR	GRUPO DE MATURAÇÃO <sup>2</sup>	PRG	
		0 kg ha <sup>-1</sup>	6 kg ha <sup>-1</sup>
CAC-1	ST	2933,10 b A	3138,63 a A
Confiança	SP	3038,20 a B	3436,80 a A
Conquista	ST	3168,53 a A	3209,30 a A
DM-118	SP	3247,87 a A	3392,53 a A
DM-247	M	2930,37 b A	2812,60 b A
DM-339	T	2711,03 c A	2789,70 b A
DM-Vitória	T	2848,53 b B	3511,37 a A
Doko RC	T	2364,70 c B	2868,37 b A
Emgopa-302	SP	2818,77 b B	3178,77 a A
Emgopa-313	T	2784,03 b A	2813,27 b A
Emgopa-314	T	2489,77 c A	2481,10 b A
Emgopa-315	ST	2626,37 c A	2851,63 b A
Emgopa-316	SP	2898,33 b A	3140,77 a A
FT-104	T	2847,80 b A	2926,87 b A
FT-2000	SP	2612,70 c B	3299,27 a A
FT-Estrela	SP	2661,27 c A	2728,83 b A
Garimpo RCH	M	2657,03 c A	2661,10 b A
IAC-21	ST	2894,27 b A	2898,20 b A
IAS-5	SP	2520,10 c B	3052,93 b A
Liderança	M	2668,77 c B	3285,43 a A
MSOY-8400	M	2904,00 b A	2908,13 b A
MSOY-8411	M	2792,77 b A	2803,37 b A
MSOY-8800	ST	2996,60 a A	2963,70 b A
Ocepar-16	SP	2984,80 a B	3392,80 a A
Ocepar-19	SP	2892,60 b B	3331,70 a A
Segurança	ST	3161,60 a A	3318,60 a A
Suprema	ST	3384,53 a A	3404,37 a A
UFV-16	M	2465,80 c A	2607,10 b A
UFV-18	T	3139,03 a A	3398,70 a A
UFV-19	M	3165,37 a A	3338,27 a A
UFVS-2001	M	3478,47 a A	3495,67 a A
Uirapuru	ST	2663,10 c A	2728,60 b A
Vencedora	ST	3294,53 a A	3355,37 a A

<sup>1</sup> Médias seguidas por uma mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> SP = Semiprecoce, M = Médio, ST = Semitardio, T = Tardio



Tabela 14: Resultados médios da produtividade de grãos (PRG), obtidos entre as cultivares de soja do grupo de maturação semiprecoce, na dose de 0 e 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês<sup>1</sup>.

CULTIVAR	PRG	
	0 kg ha <sup>-1</sup>	6 kg ha <sup>-1</sup>
Confiança	3038,20 a B	3436,80 a A
DM-118	3247,87 a A	3392,53 a A
Emgopa-302	2818,77 a B	3178,77 a A
Emgopa-316	2898,33 a A	3140,77 a A
FT-2000	2612,70 b B	3299,27 a A
FT-Estrela	2661,27 b A	2728,83 b A
IAS-5	2520,10 b B	3052,93 b A
Ocepar-16	2984,80 a B	3392,80 a A
Ocepar-19	2892,60 a B	3331,70 a A

<sup>1</sup> Médias seguidas por uma mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 15: Resultados médios da produtividade de grãos (PRG), obtidos entre as cultivares de soja do grupo de maturação médio, na dose de 0 e 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês<sup>1</sup>.

CULTIVAR	PRG	
	0 kg ha <sup>-1</sup>	6 kg ha <sup>-1</sup>
DM-247	2930,37 b A	2812,60 b A
Garimpo RCH	2657,03 b A	2661,10 b A
Liderança	2668,77 b B	3285,43 a A
MSOY-8400	2904,00 b A	2908,13 b A
MSOY-8411	2792,77 b A	2803,37 b A
UFV-16	2465,80 b A	2607,10 b A
UFV-19	3165,37 a A	3338,27 a A
UFVS-2001	3478,47 a A	3495,67 a A

<sup>1</sup> Médias seguidas por uma mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 16: Resultados médios da produtividade de grãos (PRG), obtidos entre as cultivares de soja do grupo de maturação semitardio, na dose de 0 e 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês<sup>1</sup>.

CULTIVAR	PRG	
	0 kg ha <sup>-1</sup>	6 kg ha <sup>-1</sup>
CAC-1	2933,10 b A	3138,63 a A
Conquista	3168,53 a A	3209,30 a A
Emgopa-315	2626,37 b A	2851,63 b A
IAC-21	2894,27 b A	2898,20 b A
MSOY-8800	2996,60 b A	2963,70 b A
Segurança	3161,60 a A	3318,60 a A
Suprema	3384,53 a A	3404,37 a A
Uirapuru	2663,10 b A	2728,60 b A
Vencedora	3294,53 a A	3355,37 a A

<sup>1</sup> Médias seguidas por uma mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 17: Resultados médios da produtividade de grãos (PRG), obtidos entre as cultivares de soja do grupo de maturação tardio, na dose de 0 e 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês<sup>1</sup>.

CULTIVAR	PRG	
	0 kg ha <sup>-1</sup>	6 kg ha <sup>-1</sup>
DM-339	2711,03 a A	2789,70 b A
DM-Vitória	2848,53 a B	3511,37 a A
Doko RC	2364,70 b B	2868,37 b A
Emgopa-313	2784,03 a A	2813,27 b A
Emgopa-314	2489,77 b A	2481,10 b A
FT-104	2847,80 a A	2926,87 b A
UFV-18	3139,03 a A	3398,70 a A

<sup>1</sup> Médias seguidas por uma mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.4 Coeficientes de correlação

Os coeficientes de correlação foram baixos para a maioria das variáveis estudadas (Tabela 18 e 19). Exceto, o coeficiente de correlação TMn x SIV na dose de 0 kg ha<sup>-1</sup> de manganês, que apresentou valor alto. As correlações TMn x SIV e PRG x SIV apresentaram valores negativos. Enquanto a correlação PRG x TMn apresentou valores positivos.

Tabela 18: Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis estudadas, na dose de 0 kg ha<sup>-1</sup> de manganês.

	SIV	TMn	PRG
SIV	1	-0,7275**	-0,2398**
TMn		1	0,3280**
PRG			1

\*, \*\* Significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste de T; <sup>ns</sup> Não significativo.

Tabela 19: Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis estudadas, na dose de 6 kg ha<sup>-1</sup> de manganês.

	SIV	TMn	PRG
SIV	1	-0,0657 <sup>ns</sup>	-0,2130*
TMn		1	0,3114**
PRG			1

\*, \*\* Significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste de T; <sup>ns</sup> Não significativo.

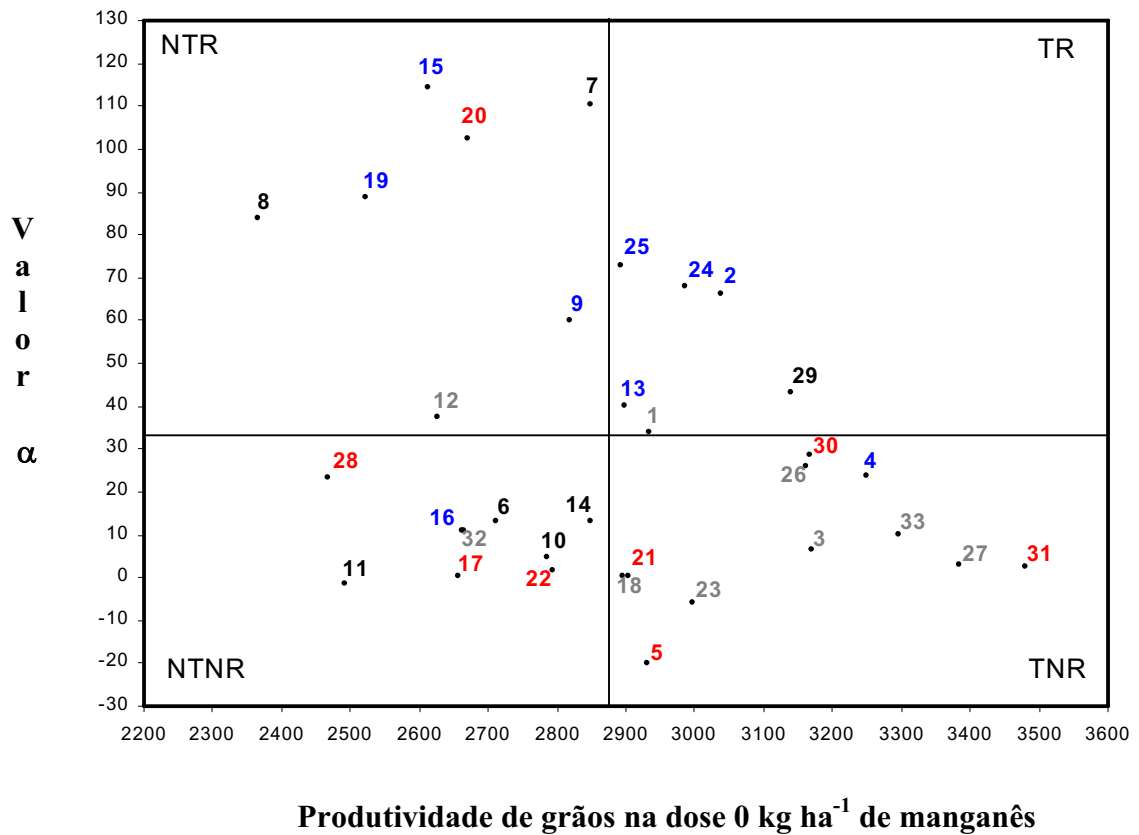
#### **4.5 Comportamento das cultivares quanto à disponibilidade de manganês**

Analisando o gráfico de quadrantes é possível observar que as cultivares do grupo de maturação semiprecoce foram mais responsivas à aplicação de manganês via foliar (Figura 1).

As cultivares pertencentes aos grupos de maturação médio e tardio apresentaram um comportamento não muito definido dentro dos quadrantes do gráfico.

Já as cultivares do grupo de maturação semitardio seguiram uma tendência de serem não responsivas à aplicação de manganês via foliar.

Especial destaque deve ser dado a cultivar Emgopa-314, sendo um dos mais críticos, não tolerando a deficiência de manganês, tão pouco respondendo a aplicação do mesmo.



v Semiprecoce	v Médio	v Semitardio	v Tardio
1 - CAC-1	10 - Emgopa-313	19 - IAS-5	28 - UFV-16
2 - Confiança	11 - Emgopa-314	20 - Liderança	29 - UFV-18
3 - Conquista	12 - Emgopa-315	21 - MSOY-8400	30 - UFV-19
4 - DM-118	13 - Emgopa-316	22 - MSOY-8411	31 - UFVS-2001
5 - DM-247	14 - FT-104	23 - MSOY-8800	32 - Uirapuru
6 - DM-339	15 - FT-2000	24 - Ocepar-16	33 - Vencedora
7 - DM-Vitória	16 - FT-Estrela	25 - Ocepar-19	
8 - Doko RC	17 - Garimpo RCH	26 - Segurança	
9 - Emgopa-302	18 - IAC-21	27 - Suprema	

Figura 1: Gráfico demonstrativo da metodologia de classificação das cultivares de soja em relação ao comportamento quanto à disponibilidade de manganês.

## **5. CONCLUSÕES**

Houve uma nítida tendência das cultivares de ciclo semiprecoce serem mais responsivas a aplicação de manganês e não tolerarem a baixa disponibilidade do micronutriente, ao passo que as cultivares de ciclo tardio são menos responsivas à aplicação de manganês, mas toleram a baixa disponibilidade do micronutriente.

A soja apresenta uma ampla variabilidade genética para a tolerância e responsividade ao manganês disponível.

A diagnose do estado nutricional das plantas de soja, através do sintoma visual, constitui-se em uma ferramenta segura, devido a relação existente entre teor de manganês foliar e sintoma visual.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C. A. de, RAIJ, B. van e TANAKA, R. T. Fontes de manganês para soja e seus efeitos na análise do solo. **R. bras. Ci. Solo**, Campinas, 20, p.91-97, 1996.

BANSAL, R. L. e NAYYAR, V. K. Differential tolerance of soybean (*Glycine max*) to manganese in Mn-deficient soil. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, 64, p.604-607, 1994.

BANZATTO, D. A. e KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 247 p.

BORKERT, C. M., YORINORI, J. T., CORRÊA-FERREIRA, B. S., ALMEIDA, A. M. R., FERREIRA, L. P. e SFREDO, G. J. **Seja o doutor da sua soja**. Potafos - Arquivo do agrônomo, n. 5, 1994. 16p. (Informações Agronômicas, n. 66, junho/94).

EMBRAPA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná, 1993/94**. Londrina: OCEPAR/EMBRAPA-CNPSO, 1993. 128p. Documentos, 62.

EMBRAPA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região Central do Brasil, 1998/99**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 182p. Documentos, 106.

FEHR, W. R. e CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: State University Iowa, p.11, 1977.

FOX, R. H. Selection for phosphorus efficiency in corn. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, v.9, p. 13-37, 1978.

GODO, G. H. e REISENAUER, H. M. Plant effects on soil manganese availability. **Soil Science Society America Journal**, v. 44, p.993-995, 1980.

GRAHAM, R. D. Genotypic differences in tolerance to manganese deficiency. In: GRAHAM, R. D., HANNAN, R. J. e UREN, N. C. (eds). **Manganese in Soils and Plants**. Dordrecht: Kluwer Academic, p.261-276, 1988.

GRAHAM, M. J., NICKELLI, C. D. e HOEFT, R. G. Inheritance of tolerance to manganese deficiency in soybean. **Crop Science**, v. 35, p.1007-1010, 1995.

MALAVOLTA, E., VITTI, G. C. e OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p. p.95-97.

MARCAR, N. E. e GRAHAM, R. D. Tolerance of wheat, barley, triticale and rye to manganese deficiency during seedling growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, 38, p.501-511, 1987.

MARTINEZ, H. E. P. et al. A. Comportamento de variedades de soja cultivadas sob diferentes níveis de fósforo-II. Translocação do fósforo absorvido e eficiência nutricional. **R. Bras. de Ci. Solo**, Campinas, v. 17, n. 2, p.239-244, 1993.

NOVAIS, R. F., NEVES, J. C. L., BARROS, N. F. e SEDIYAMA, T. Deficiência de manganês em soja cultivada em solo de cerrado. **R. Bras. de Ci. Solo**, Campinas, v. 13, n. 2, p.199-204, 1989.

\_\_\_\_\_. Soja. In: RIBEIRO, A. C., GUIMARÃES, P. T. G. e ALVAREZ V., V. H. (eds). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p. p.323-324.

RANDALL, G. W., SCHULTE, E. E. e CORY, R. B. Effect of soil and foliar applied manganese on the micronutrient content and yield of soybeans. **Agron. Journal**. v. 67, p.502-507, 1975.

REUTER, D. J., ALSTON, A. M. e McFARLANE, J. D. Occurrence and correction of manganese deficiency in plants. In: GRAHAM, R. D., HANNAN, R. J. e UREN, N. C. (eds). **Manganese in Soils and Plants**. Dordrecht: Kluwer Academic, p.205-224, 1988.

RITCHEY, K. D., URBEN FILHO, G. e SPEHAR, C. R. Deficiência de manganês induzida por doses excessivas de calcário em um Latossolo Vermelho-escuro, anteriormente sob vegetação de cerrado. In: 2º SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1981. Brasília. **Anais...**Brasília: EMBRAPA-CNPSO, 1981, p.541-544.

RONZELLI JÚNIOR, P. **Melhoramento genético de plantas**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1996, 219 p. p.151-153.

SEDIYAMA, T., TEIXEIRA, R. C. e REIS, M. S. Melhoramento da soja. In: BORÈM, A. (ed). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999, 817 p. p.487-533.



SFREDO, G. J., LANTMANN, A. F., CAMPO, R. J. e BORKERT, C. M. **Soja, nutrição mineral, adubação e calagem**. Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1986. 51p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos,64).

TANAKA, R. T., FREIRE, F. M., REZENDE, A. M. e NOGUEIRA, F. M. **Nutrição mineral, calagem e adubação da soja**. In: Informe Agropecuário – Sistema Estadual de Pesquisa Agropecuária. Ano 8, n. 94. Outubro, Belo Horizonte. 1982.

\_\_\_\_\_, MASCARENHAS, H. A. A., MIRANDA, M. A.C., DEGASPARI, N. e CARMELLO, Q. A. C. Deficiência nutricional em soja cultivada em solo de cerrado devido à incorporação superficial de calcário. **O Agrônomo**, v. 41, n. 3, p.231-241, 1989.

\_\_\_\_\_, MASCARENHAS, H. A. A. e BULISAN, E. A. Deficiência de manganês em soja induzida por excesso de calcário. **Pesq. Agrop. Brasil.**, v. 27, n. 2, p.247-250, 1992.

## **APÊNDICE**

Tabela 1A: Quantidade de nutrientes absorvida e exportada nos grãos pela cultura da soja, em cada tonelada produzida.

Parte da	N	P	K	S	Ca	Mg	B	Cl	Mo	Cu	Fe	Mn	Zn	Al	
Planta	----- kg em cada tonelada -----						----- g em cada tonelada -----								
Restos															
Culturais <sup>1</sup>	31	2,5	7,5	10	9,2	4,7	-	23	2	-	-	-	-	172	
Grãos	51	5,0	17	5,4	3,0	2,0	2	237	5	10	70	30	40	15	

<sup>1</sup>Folhas, pecíolos e caules que são restituídos ao solo.  
Fonte: EMBRAPA (1993).

Tabela 2A: Concentração de macronutrientes usada para a interpretação de análises de tecido de folhas<sup>1</sup> de soja.

Elemento	Deficiente ou muito baixo	Baixo	Suficiente ou médio	Alto	Excessivo ou muito alto
	----- (%) -----				
N	< 3,25	3,25-4,00	4,01-5,50	5,51-7,00	> 7,00
P	< 0,16	0,16-0,25	0,26-0,50	0,51-0,80	> 0,80
K	< 1,25	1,25-1,70	1,71-2,50	2,51-2,75	> 2,75
Ca	< 0,20	0,20-0,35	0,36-2,00	2,01-3,00	> 3,00
Mg	< 0,10	0,10-0,25	0,26-1,00	1,01-1,50	> 1,50
S	< 0,15	0,15-0,20	0,21-0,40	0,40	-

<sup>1</sup>Terceira e quarta folha trifoliolada abaixo da gema apical, no início da floração à floração plena.  
Fonte: SFREDO et al., (1986).

Tabela 3A: Concentração de micronutrientes usada para a interpretação de análises de tecido de folhas<sup>1</sup> de soja.

Elemento	Deficiente ou muito baixo	Baixo	Suficiente ou médio	Alto	Excessivo ou muito alto
----- (mg dm <sup>-3</sup> ) -----					
Mn	< 15	15-20	21-100	101-250	> 250
Fe	< 30	30-50	51-350	351-500	> 500
B	< 10	10-20	21-55	56-80	> 80
Cu	< 5	5-9	10-30	31-50	> 50
Zn	< 11	11-20	21-50	51-75	> 75
Mo	< 0,5	0,5-0,9	1,0-5,0	5,1-10	> 10

<sup>1</sup>Terceira e quarta folha trifoliolada abaixo da gema apical, no início da floração à floração plena.  
Fonte: SFREDO et al., (1986).

Tabela 4A: Estádios vegetativos e reprodutivos da soja<sup>1</sup>.

Estádios vegetativos	Estádios reprodutivos
VE – Emergência	R1 – Início do florescimento
VC – Cotilédone	R2 – Pleno florescimento
V1 – Primeiro nó	R3 – Início da formação das vagens
V2 – Segundo nó	R4 – Plena formação das vagens
V3 – Terceiro nó	R5 – Início do enchimento das sementes
*	R6 – Pleno enchimento das vagens
*	R7 – Início da maturação
V(n) – Enésimo nó	R8 – Maturação plena

<sup>1</sup>Este sistema identifica exatamente os estádios de desenvolvimento da planta de soja. Porém, nem todas as plantas em um dado campo estarão no mesmo estágio ao mesmo tempo. Quando se divide em estádios um campo de soja, cada estágio específico V ou R é definido somente quando 50% ou mais das plantas no campo estão nele ou entre aquele estágio (FEHR; CAVINESS, 1977).