



**EFEITO DA ADUBAÇÃO COM MANGANÊS,  
VIA SOLO E FOLIAR EM DIFERENTES  
ÉPOCAS, NO RENDIMENTO DE GRÃOS E  
NA QUALIDADE DA SEMENTE DE SOJA**

**ELISEU NORBERTO MANN**

**1999**

MISSOURI DEPARTMENT OF REVENUE

STATE OF MISSOURI  
DEPARTMENT OF REVENUE  
OFFICE OF THE COMMISSIONER

RECEIVED  
JAN 10 1908  
ST. LOUIS, MO.

ST. LOUIS, MO.

MISSOURI DEPARTMENT OF REVENUE  
OFFICE OF THE COMMISSIONER  
ST. LOUIS, MO.

1908

47623

33524MFW

**ELISEU NORBERTO**

**EFEITO DA ADUBAÇÃO COM MANGANES,  
VIA SOLO E FOLIAR EM DIFERENTES  
ÉPOCAS, NO RENDIMENTO DE GRÃOS E NA  
QUALIDADE DA SEMENTE DE SOJA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. PEDRO MATEUS DE REZENDE

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Mann, Eliseu Norberto

Efeito da adubação com manganês via solo e foliar em diferentes épocas, no rendimento de grãos e na qualidade da semente de soja / Eliseu Norberto Mann. – Lavras : UFLA, 1999.

68 p. : il.

Orientador: Pedro Milanez de Rezende.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Soja. 2. Semente. 3. Rendimento. 4. Qualidade. 5. Adubação. 6. Manganês.  
7. pH. I. Universidade Federal de Lavras.

CDD-633.3421  
-633.34891

**ELISEU NORBERTO MANN**

**EFEITO DA ADUBAÇÃO COM MANGANÊS,  
VIA SOLO E FOLIAR EM DIFERENTES  
ÉPOCAS, NO RENDIMENTO DE GRÃOS E NA  
QUALIDADE DA SEMENTE DE SOJA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 17 de março de 1999

Prof. Dra. Janice Guedes de Carvalho

UFLA

Prof. Dr. João Batista Donizeti Corrêa

UFLA

  
Prof. Dr. Pedro Milanez de Rezende

UFLA  
(Orientador)

---

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

**ELISEU NORBERTO MANN**, filho de Sildo Mann e Amanda Aci Mann (in memorian), natural de Marechal Cândido Rondon, Estado do Paraná, nasceu em 19 de julho de 1969.

Graduou-se no curso de Engenharia Agrônômica em setembro de 1996, pela Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, Estado de Minas Gerais.

Foi bolsista de Iniciação Científica, do curso de Agronomia da Universidade Federal de Lavras, pelo Departamento de Ciência do Solo, instituída pela FAPEMIG, durante o período de fevereiro de 1995 a setembro de 1996.

Em setembro de 1996, iniciou o curso de mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, na Universidade Federal de Lavras, concluindo-o em março de 1999.

**A DEUS,**

**por sua palavra.**

**Aos meus familiares, pelos momentos de alegria e superação, e pelo inestimável apoio aos meus estudos,**

***OFEREÇO.***

**À minha esposa, Renata, pelos momentos de compreensão, carinho e incentivo,**

***DEDICO.***

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À empresa NUTRIPLANT INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, pelo fornecimento dos produtos a base de manganês utilizados neste trabalho.

Ao meu orientador, pela credibilidade e respeito depositados no trabalho, e pela amizade, dedicação e apoio, fundamentais nos momentos difíceis desta importante etapa de formação acadêmica e profissional.

À querida amiga Janice, pela oportunidade do convívio como professora e co-orientadora.

Ao Departamento de Agricultura (DAG), pela disponibilização dos seus funcionários.

Aos funcionários do setor de sementes, pela amizade e dedicação.

Aos professores Alfredo, Maria das Graças, Édila, Renato, João Almir, João Batista, pelo apoio e sugestões.

Aos amigos Brasil, Chalfun, Aderval, Maximilian, Janaina, Élberis, Marcelo, Edivandro, Alessandro, Éder, Paulo Veiga, Piaia, Artiaga, Maria Regina, pelos bons momentos de convívio durante esses anos de estudos.

À todos aqueles que de algum modo contribuíram para a realização deste trabalho.

# SUMÁRIO

	página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	03
2.1. Aspectos gerais da adubação foliar.....	03
2.2. Manganês na relação solo-planta.....	04
2.3. Qualidade das sementes.....	08
2.3.1. Teores de proteína e óleo.....	08
2.3.2. Germinação e vigor.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1. Caracterização da área.....	14
3.2. Delineamento experimental e tratamentos.....	14
3.3. Condução do experimento.....	18
3.4. Análise química vegetal.....	19
3.5. Análise da qualidade fisiológica e física das sementes.....	19
3.5.1. Grau de umidade.....	20
3.5.2. Teste de germinação em rolo de papel.....	20
3.5.3. Envelhecimento artificial.....	20
3.5.4. Condutividade elétrica de massa.....	21
3.5.5. Índice de velocidade de emergência.....	21
3.6. Teores de proteína e óleo nas sementes.....	22
3.7. Análise estatística.....	22

<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>23</b>
4.1. Teores foliares dos nutrientes .....	23
4.2. Efeito da aplicação dos tratamentos sobre a produtividade....	25
4.3. Efeito da dosagem de Mn e épocas de aplicação sem parcelamento sobre a produtividade.....	30
4.4. Efeito da dosagem de Mn, aplicada via solo e via foliar parcelada, sobre a produtividade.....	32
4.5. Efeito da dosagem de Mn, aplicada via solo e via foliar, sobre as características agrônômicas.....	35
4.6 Avaliação de custo e receita.....	38
4.7. Qualidade das sementes.....	38
4.7.1. Germinação das sementes em rolo de papel.....	38
4.7.2. Vigor das sementes.....	41
4.7.2.1. Emergência de plântulas no campo.....	41
4.7.2.2. Condutividade elétrica de massa.....	43
4.7.3. Teor de proteína e óleo nas sementes.....	47
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>62</b>

## RESUMO

MANN, ELISEU NORBERTO. Efeito da adubação com manganês via solo e foliar em diferentes épocas, no rendimento de grãos e na qualidade da semente de soja. Lavras:UFLA, 1999. 68p.(Dissertação-Mestrado em Agronomia, área de Fitotecnia)\*

Com o objetivo de verificar a influência da adubação foliar de manganês na cultura da soja, foi realizado um experimento no município de Ijaci-MG. O experimento foi conduzido em solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura média, no delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial  $4 \times 3 \times 2 + 12$  com três repetições, sendo os tratamentos compostos por 4 dosagens de manganês (150, 300, 450 e 600g de Mn/ha), três épocas de aplicação (V4, V8 e V10), utilizando-se duas cultivares (Conquista e Garimpo). Os tratamentos adicionais foram compostos por duas dosagens de manganês aplicadas via solo, pelo parcelamento das dosagens 300/450 e 600g/ha em duas épocas (V4-V8), e pelas testemunhas de ambos os cultivares. Foram avaliados os seguintes caracteres: produção, altura de planta, inserção de primeira vagem, estande final, índice de acamamento, peso de 100 sementes e vagem por planta, bem como caracteres relacionados à qualidade das sementes como: teor de proteína e óleo, condutividade elétrica, germinação, emergência em campo, índice de velocidade de emergência e envelhecimento artificial. Os resultados da diagnose foliar constataram níveis adequados nas folhas para todos os elementos, sendo verificados somente níveis críticos para o manganês, o qual se mostrou deficiente nos tratamentos-testemunha e nos que receberam aplicação no estádio V4. Analisando-se os dados de produção foi possível verificar a maior eficiência do manganês quando aplicado via foliar

---

\* Comitê Orientador : Pedro Milanez de Rezende – UFLA (Orientador),  
Janice Guedes de Carvalho – UFLA (Co-orientadora)

C  
parceladamente, sendo estes resultados superiores ao demais tratamentos, constatando-se uma produção máxima de 3.936kg por ha, com dosagens estimadas de 300,0g Mn de por ha, aplicadas nas épocas V4 e V8. Verificou-se também que as épocas V8 e V10 apresentaram os melhores resultados na aplicação do manganês em dosagem única. Quando analisados os teores de óleo e proteína constatou-se aumento em ambos, assim como melhores resultados nas análises de germinação e vigor para os tratamentos que receberam a aplicação de manganês, em relação às testemunhas, relatando assim a importância deste elemento na composição química da semente. Conclui-se nestas condições, que a aplicação foliar de manganês de modo parcelado foi mais eficiente quando comparado aos demais tratamentos, alcançando com isso ótimos níveis de produção, e que a qualidade das sementes foi afetada pela deficiência de manganês, tanto nos teores de óleo e proteína como nos índices de germinação e vigor das sementes.

## ABSTRACT

**MANN, ELISEU NORBERTO. Effect of foliar and soil manganese pulverization at different stages on yield of grains as well as on soybean seed quality. Lavras: UFLA, 1999. 68p. (Dissertation - Master in Agronomy, Phytotechny)\***

So as to verify the influence of manganese foliar pulverization in soybean crop, an experiment has been carried out in the municipality of Ijaci-MG. The experiment was carried out on soil classified as Red-Yellow Distrophic Latosolo, medium texture, in experimental randomized block design in  $4 \times 3 \times 2 + 12$  factorial with three replications. The treatments were composed of 4 dosages of manganese (150, 300, 450 and 600g Mn/ha), three different stages of application (V4, V8 and V10), making use of two cultivars (Conquista and Garimpo). Additional treatments were composed of two dosages of manganese applied via planting ridge (3.5 and 7.0kg Mn/ha), three dosages (300, 450 and 600g Mn/ha) equally applied at V4 - V8 and in two controls, in both cultivars. The following variables were evaluated: yield, plant height, insertion of first pod, final stand, lodging index, weight of 100 seeds and pod per plant as well as variables related to the quality of the seeds, such as; protein and oil content, electrical conductivity, germination, field emergence, emergence speed index and accelerated aging. The foliar diagnosis outcomes showed adequate levels on the leaves for all elements, only in manganese, critical levels were found which proved deficient in the treatment controls as well as in the ones that received application at stage V4. Upon analysis of the yield data it was possible to verify a greater efficiency of manganese when applied on the leaves at two different stages, being that these results overcome other treatments and they show a maximum yield of 3.936,0kg per ha with estimated dosages of 300.0g Mn per ha applied at V4 and V8 stages. It was also noticed that stages V8 and V10 showed best results when manganese was applied in a single dosage. When oil and protein contents were verified an increase was shown as well as better results concerning germination and vigor analysis for the treatment that received manganese compared to the control, thus reporting the importance of this element in the chemical composition of the seeds. Therefore, it can be concluded that, in such circumstances, the foliar application of manganese at two stages proved to be more efficient when compared to other treatments, thus reaching excellent levels of yield and that the quality of the seeds was affected by the deficiency of manganese, both in relation to oil and protein contents and to the seed germination and vigor indexes.

---

\* Guidance Committee: Pedro Milanez de Rezende-UFLA (Adviser)  
Janice Guedes de Carvalho-UFLA (Co-Adviser)

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de cultivares com genótipos adaptados às condições de baixa latitude tornou possível, a partir da década de 1970 a expansão do cultivo da soja no Brasil. Essa cultura caracteriza-se pela utilização de corretivos de acidez e fertilizantes, fatores fundamentais para a construção da fertilidade e responsáveis pelo sucesso econômico que obtém em solos da região dos Cerrados, criando um segmento econômico da mais alta expressão na atualidade.

A região dos Cerrados contribuiu fundamentalmente para a exploração agrícola nacional com sua vasta extensão territorial, localizada próxima a grandes centros consumidores e exportadores, cortada pelas três maiores bacias hidrográficas sul-americanas, o que possibilita a irrigação, além de ser considerada a maior fronteira agrícola contínua do mundo em condições de uso imediato.

Topograficamente, a região apresenta áreas planas e/ou suavemente onduladas, facilitando a mecanização, com solos, na sua grande maioria, muito profundos, sem barreiras físicas para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas cultivadas. Entre os fatores limitantes à produção, podem-se citar a baixa fertilidade natural dos solos, acidez elevada, altos teores de alumínio e manganês trocáveis tóxicos em solução do solo, baixos teores de matéria orgânica (Lopes, 1984; Malavolta e Kliemann, 1985) e o clima estacional caracterizado por duas estações, uma úmida e outra seca (Adámoli et al., 1985).

Nesses solos a aplicação de calcário torna-se necessária, afim de reduzir a atividade do alumínio e manganês a níveis não tóxicos, fornecer Ca e Mg às plantas, aumentar a disponibilidade de nutrientes e propiciar condições ideais para a fixação simbiótica do nitrogênio na cultura da soja (Quaggio, Mascarenhas e Bataglia, 1982).

Sabe-se, no entanto, que a calagem pode alterar a disponibilidade dos nutrientes em função da própria característica química dos solos, da capacidade da espécie em absorver os elementos químicos e da dosagem utilizada, situação que se agrava quando o produtor não realiza análises de solo para determinar a necessidade de calagem ou quando são utilizados índices de saturação por bases não recomendados para os solos da região dos Cerrados.

I

Em solos alcalinos ou que receberam a calagem, tem sido frequentemente observada deficiência de manganês em soja nos períodos iniciais de crescimento, desaparecendo com o tempo, em função do sistema radicular que interfere diretamente na disponibilidade de micronutrientes, principalmente no aspecto de maior exploração de área.

I

Sintomas de deficiência de Mn comumente ocorrem em situações de cultivo em solos com baixa fertilidade natural devido ao uso intensivo de técnicas agrícolas modernas, promovendo uma retirada crescente de micronutrientes dos solos sem adequada reposição, e em solos que receberam dosagem inadequada de calcário, o que pode ser agravado pela má incorporação, levando à elevação do pH próximo da neutralidade, causando baixa disponibilidade de Mn na zona radicular e, conseqüentemente, drástica redução na produção de grãos de soja (Sfredo, 1994). A utilização intensiva de fosfatos no sistema produtivo também contribui para a baixa disponibilidade de micronutrientes (Mascarenhas et al., 1996). Dado a importância do estudo em questão, o presente trabalho tem por finalidade avaliar a eficiência da utilização do Mn, aplicado via foliar e no solo, na produtividade e na qualidade da semente de soja [*Glycine max* (L.)Merrill.].

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Aspectos gerais da adubação foliar

O desenvolvimento da técnica de adubação foliar visa a maximização do aproveitamento dos nutrientes, evitando os fatores que nele interferem, ao nível de solo e de planta (Alvarez, 1989).

Segundo Primavesi (1980), pretendeu-se utilizar a adubação foliar para substituir total ou parcialmente a adubação de base via solo, porém, a sua utilização para os macronutrientes é temerosa, pois, como estes são exigidos em maiores proporções, requerem a aplicação de grande quantidade dos nutrientes. Para os micronutrientes, no entanto, esta prática pode ser utilizada com sucesso. Daghlian (1986) complementa afirmando que, sendo assim, somente parte das necessidades da planta pode ser suprida desta forma, adquirindo, a adubação foliar um caráter complementar, cuja finalidade é fornecer os nutrientes essenciais, de acordo com as exigências nutricionais de cada etapa da vida dos vegetais.

Para Garcia e Hanway (1976), na cultura da soja, uma adubação foliar suplementar aplicada no estágio reprodutivo deve conter N, P, K e S, sendo esses nutrientes translocados para as sementes em maiores quantidades. De acordo com Camargo e Silva (1975), o uso da adubação foliar suplementar confere maior resistência às plantas contra pragas, doenças, frio e seca, e leva a aumento de produtividade, mostrando-se altamente vantajosa para o produtor.

Os micronutrientes passaram a despertar o interesse de agricultores e técnicos brasileiros nas últimas décadas, sendo que até então, não se recomendava a adubação foliar para a cultura da soja. Só recentemente os órgãos de pesquisa propuseram a utilização do manganês via foliar, o que deu origem a alguns estudos sobre deficiência causada pelos micronutrientes, ressaltando a

pl [ importância da adubação foliar como tecnologia a ser disponibilizada ao agricultor, proporcionando-lhe diferenciais de produtividade e qualidade.

## 2.2 Manganês na relação solo-planta

Os micronutrientes são absorvidos da solução do solo pelas plantas principalmente na forma iônica. À medida que estes íons são absorvidos, ocorre um decréscimo da concentração, levando a um equilíbrio dinâmico através de diversos processos que incluem a liberação de íons do complexo de troca. Em contrapartida, após a adição de um nutriente na forma de fertilizante, o aumento de concentração do íon na solução do solo tende a provocar reações que levam a um novo equilíbrio, atingido através de reações de precipitação, dissociação, adsorção e absorção por microrganismos, no caso de uma rápida absorção pela planta (Epstein, 1972). As plantas absorvem o manganês na forma iônica  $Mn^{+2}$  e seu suprimento às raízes é realizado através do fluxo de massa e da difusão.

A solubilidade do manganês no solo é controlada principalmente pela dissociação de  $MnO_2$  (forma normalmente presente em solos bem arejados), sendo muito influenciada pelo potencial de redução do solo, pH, formação de complexos e atividade microbiana (Tisdale, Nelson e Beaton, 1985), ou qualquer outro fator que afete sensivelmente um destes. A maior parte ocorre na forma  $Mn^{+2}$  que aparece na forma trocável e na solução do solo, grande parte desta (92%) como complexo ou quelato orgânico, podendo ocorrer também na forma trivalente, possivelmente como óxido  $Mn_2O_3$  muito reativo e tetravalente, como pirolusita, um óxido muito estável -  $MnO_2$  ( Malavolta, 1980; Malavolta e Kliemann, 1985; Mello et al., 1983).

pl [ O manganês possui propriedades químicas semelhantes às de metais alcalino-ferrosos, como  $Ca^{+2}$  e  $Mg^{+2}$ , e de metais pesados, como por exemplo, Fe e Zn, podendo esses cátions inibir sua absorção e transporte (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1997).

RC Os adubos nitrogenados exercem grande influência na disponibilidade do manganês no solo. Malavolta e Neptune (1983) relataram em estudos com o cafeeiro, que ao se aplicar ao solo sulfato de amônio, uréia e nitrocálcio (adubos considerados fisiologicamente ácidos), ocorre um aumento no teor foliar de manganês que chega a níveis tóxicos, devido à redução do teor de cálcio trocável no solo. Ressaltam os autores que em ambientes redutores ácidos a disponibilidade do Mn se torna considerável (Rajj, 1991).

De acordo com Melo et al. (1980), a alteração do pH da rizosfera (relação  $H^+/HCO_3^-$ ) pode ocorrer pela aplicação de fertilizantes, principalmente os nitrogenados ( $N-NH_4^+$  ou  $N-NO_3^-$ ), observando-se, com a absorção de nitrogênio como nitrato, uma maior absorção de ânions do que de cátions pelas plantas, resultando numa maior extrusão de  $HCO_3^-$  e, conseqüentemente, em valores mais altos de pH de rizosfera do que o do solo não rizosférico.

Segundo Rajj e Diest (1979), as dicotiledôneas apresentam maior CTC radicular do que as monocotiledôneas, resultando numa maior absorção de cátions e num decréscimo do pH rizosférico. Em leguminosas, a combinação de alta capacidade de troca de cátions com a fixação de  $N_2$  resulta em um efetivo abaixamento do pH rizosférico. Souza (1996) observou, com a acidificação da rizosfera, um aumento significativo do acúmulo de boro, cobre, ferro, manganês e zinco na parte aérea de soja.

RC A resposta da cultura da soja à aplicação de calcário é bastante evidenciada por diversos autores, em se tratando de cultivo convencional com adequada incorporação ao solo ( Quaggio et al., 1982), sendo possível obter elevada produção em solo com pH relativamente baixo, desde que os teores de cálcio, magnésio e potássio estejam em disponibilidade suficiente para manter uma relação com o alumínio (Caires et al., 1998).

O aumento do pH pode converter o  $Mn^{+2}$  para a forma  $Mn^{+3}$  e depois a  $Mn^{+4}$ , com o aparecimento de óxidos insolúveis; no entanto, baixos valores de

pH (< 5,5) favorecem o surgimento de formas solúveis de  $Mn^{+2}$ , podendo, em condições de anaerobiose, ocorrer rápida redução do  $MnO_4$  a  $Mn^{+2}$ , atingindo níveis tóxicos no solo (Malavolta, 1986; Sparrow e Uren, 1987).

Malavolta (1980) cita que a disponibilidade de manganês em solos brasileiros atinge teores solúveis em acetato de amônio variando entre 0,1 e  $100mg/dm^3$ , podendo no entanto, apresentar teores de manganês total iguais a  $4.000mg/dm^3$ .

Já Lopes (1984), em estudos com solos sob vegetação de cerrados, determinou teores solúveis de manganês que variaram de 0,6 a  $92,2mg/dm^3$ , utilizando-se o HCl como extrator, ficando evidente a ocorrência de níveis adequados de manganês para a maioria das culturas. As concentrações de manganês são muito dependentes do material de origem dos solos.

Segundo Valadares e Camargo (1983), foram encontrados em horizontes superficiais de solos do estado de São Paulo, teores de manganês total variando entre 14 e  $2.395mg/dm^3$ , teores de manganês trocável em solução de acetato de amônio 1N, pH 7,0 entre 0,6 e  $180mg/dm^3$  e em água valores entre 0,2 e  $13,4mg/dm^3$ , sendo os solos derivados de rochas básicas mais ricos em manganês em relação aos derivados de sedimentos arenosos. Segundo Tisdale, Nelson e Beaton (1985), para uma adequada nutrição das plantas, o solo deve apresentar: 2 a  $3mg/dm^3$  de Mn solúvel em água, 0,2 a  $5mg/dm^3$  de Mn trocável e 25 a  $65mg/dm^3$  de Mn facilmente redutível.

As formas de manganês na solução do solo estão em equilíbrio dinâmico entre si e variam quanto à sua disponibilidade para as plantas, podendo a prática da calagem induzir à deficiência, dependendo da dose, da capacidade da espécie em absorver os elementos químicos e das características do solo. Em solos arejados, cada incremento de uma unidade de pH provoca uma redução de aproximadamente cem vezes na atividade do íon na solução do solo (Malavolta, 1980).

O manganês exerce algumas funções na planta, destacando-se a participação na fotossíntese (no transporte de elétron específico), no metabolismo do N (especialmente na redução sequencial do nitrato) e também nos compostos cíclicos como precursor de aminoácidos aromáticos, hormônios (auxinas), fenóis e ligninas (Heenan e Campbell, 1980).

126  
A composição química da semente de soja pode ser alterada em função da adubação com micronutrientes. Tanaka e Mascarenhas (1992) evidenciaram uma correlação positiva entre a produtividade de grãos e o teor de óleo e uma correlação negativa com o teor de proteína, atribuídas aos teores de Mn nas folhas de soja.

Tanaka et al. (1989), em cultura comercial de soja em Jaciara-MT, relataram a ocorrência de deficiência de manganês em solo cujo calcário foi incorporado superficialmente. Já Ritchey, Urban e Spehar (1982) observaram deficiência de manganês em plantas de soja em solos com valores de pH em água superior a 6,0. De acordo com Novais et al.,(1989), em Latossolo Vermelho-Amarelo com pH em água original de 6,7, foi constatado o aparecimento de sintomas basais de deficiência de manganês em plantas de soja.

127  
Tanaka, Mascarenhas e Bulisani (1993) constataram, em experimento realizado com a cultivar Garimpo, deficiência de manganês causada pela aplicação de dose elevada de calcário em solo sob cerrado que apresentava uma saturação de bases igual a 81%, pH em torno de 6,0 e teor de Mn nas folhas de 13ppm, abaixo do nível crítico estabelecido, que é de 20ppm (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1997). Nesse mesmo experimento a produtividade da soja no solo que não apresentava deficiência foi de 3.600kg/ha contra apenas 1.500kg/ha na área onde a deficiência foi observada.

Entre os cultivares de soja verifica-se um comportamento diferencial quanto a eficiência em absorver e/ou utilizar manganês em condição de disponibilidade limitada no solo, sendo possível classificá-las como menos

sensíveis à deficiência de Mn (UFV 10, UFV 15, Savana) e mais sensíveis (IAC 8, FT Estrela, Garimpo, FT-11, Cristalina, Santa Rosa, Iguazu) (Abreu, Rajj e Tanaka, 1994).

Oliveira et al. (1997), trabalhando com quinze cultivares de soja em três níveis de pH (5,5; 6,6 e 7,1), verificaram um maior acúmulo de Mn na matéria seca de caule mais pecíolos em solos com pH acima de 6,5, associado a uma menor absorção e aumento dos sintomas visuais de deficiência e classificaram os cultivares em três grupos: menor que 11%; entre 13 e 15,5 e maior que 16%.

Mascarenhas et al. (1990), testando nove cultivares de soja sob diferentes níveis de Mn, verificaram que a aplicação de 2mg/L de Mn foi suficiente para identificar cultivares de soja sensíveis e tolerantes ao Mn, sendo que alguns apresentavam sintomas mais severos de deficiência, com queda na produção.

Já Komatuda et al. (1993) verificaram que ao aplicarem-se 0,25ug/g de Mn no solo, os cultivares respondiam satisfatoriamente, apresentando maiores produções, sendo observada redução na ausência de Mn. Oliveira Júnior (1996) observou, em experimento conduzido em casa de vegetação, aumento significativo na produção de grãos quando utilizou a aplicação foliar com manganês no cultivar IAC 14, considerado sensível à deficiência de Mn.

## **2.3 Qualidade das sementes**

### **2.3.1 Teores de proteína e óleo**

A região de cerrados do centro-oeste brasileiro, hoje considerada uma região com grande potencial para a produção de grãos, levando a um avanço na expansão da cultura da soja, tendo apresentado boas produtividades nos últimos anos devido, principalmente, ao trabalho de melhoramento que disponibiliza para o mercado cultivares cada vez mais produtivos. Entretanto, diversos fatores

têm limitado a obtenção de sementes de boa qualidade, podendo-se ressaltar as condições climáticas desfavoráveis (chuvas em excesso e veranicos) durante o processo de maturação da soja, assim como problemas relacionados com desbalanço nutricional, causados, na maioria das vezes, por interpretação e recomendação errôneas da correção e adubação.

De acordo com Sedyama et al. (1996), as características mais importantes na escolha da variedade em relação à qualidade da semente são a germinação e o vigor, podendo apresentar capacidade de germinação de 80% ou mais, sendo possível obter sementes com mais de 90% de germinação. A qualidade afeta o valor comercial e a viabilidade de armazená-la para o plantio do ano seguinte.

As sementes de soja apresentam relação 2:1 entre os teores de proteína e óleo, respectivamente. Hartwig (1973), nos Estados Unidos da América, constatou teores médios de proteína e óleo de 40,5 e 21%, enquanto Mascarenhas et al. (1982) observaram teores de 35 e 24%, respectivamente, em trabalho realizado no Brasil.

Os teores de óleo e de proteína são determinados geneticamente, porém, com certa influência ambiental. A acidez do solo é, provavelmente, um dos fatores ambientais que explicam essas diferenças entre os genótipos cultivados nos dois países (Mascarenhas et al., 1991; Tanaka et al., 1995; Tanaka e Mascarenhas, 1995).

A variação nos teores de óleo e proteína pode ocorrer de acordo com o período (década) e de acordo com a localização geográfica, sendo observadas variações de 1,48% para proteína e 0,81% para o teor de óleo, conforme o local de plantio (Guodong e Jinling, 1989). Grãos de soja provenientes dos estados do norte e oeste dos Estados Unidos (North Dakota, South Dakota, Minnesota, Iowa, Wisconsin), região mais fria e com verão mais ameno, contêm 1,5 a 2,0% menos proteína que as sojas do sudoeste (Texas, Arkansas, Louisiana,

Mississippi, Tennessee, Kentucky, Alabama, Georgia, South Carolina, North Carolina), região mais quente (Hurburgh et al., 1990).

### **2.3.2 Germinação e vigor**

As sementes adquirem o seu máximo vigor e germinação próximo ao ponto de maturidade fisiológica, quando são capazes de desenvolver, com eficiência plena, todas as funções fisiológicas que lhes são inerentes, sendo a época ideal de colheita (França Neto, 1984). Um ponto a considerar é que nesta época a colheita mecanizada se torna inviável em virtude do alto grau de umidade da semente, em torno de 50%, ficando portanto armazenadas no campo, sujeitas à deterioração em função dos fatores ambientais e do genótipo.

Abdul-Baki (1980) e Marcos Filho (1981) relatam que o sistema de membranas pode sofrer inúmeras transformações ao longo do processo de maturação da semente, em função do desenvolvimento e do teor de água, ocorrendo uma máxima organização nas membranas celulares na maturidade fisiológica.

O processo de deterioração da semente associado às mudanças bioquímicas e fisiológicas contribui para alterações na viabilidade, ocorrendo decréscimos na capacidade germinativa, sendo a desestruturação dos sistemas de membranas celulares a primeira consequência deste processo, resultando num aumento da permeabilidade celular (Carvalho, 1994). Os mecanismos envolvidos em tal processo ainda não foram totalmente elucidados.

Sabe-se muito pouco a respeito das causas fisiológicas e dos fatores genéticos que afetam a viabilidade e o vigor de sementes de soja e, em geral, os trabalhos com a finalidade de selecionar genótipos com sementes de melhores características de germinação e vigor ignoram a ação bioquímica, por ser ainda desconhecida (Reis, Rocha e Rezende, 1989). O manganês está envolvido em vários processos bioquímicos desempenhando um papel na ativação de enzimas

responsáveis por inúmeras reações, incluindo fosforilações, descarboxilações, reduções e reações de hidrólise, afetando, portanto, processos como: respiração, síntese de aminoácidos, biossíntese de lignina e o nível de hormônio em plantas. A sua participação catalítica tem sido relatada nas seguintes enzimas: malato desidrogenase, fosfatase ácida, superóxido desmutase, dentre outras (Burnell, 1988).

Segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), o manganês desempenha papel fundamental na elongação celular que, em situação de deficiência, poderia indicar inibição na síntese de lipídios ou metabólitos secundários como ácido giberélico e isoprenóides.

O teste de condutividade elétrica está intimamente relacionado com a integridade das membranas, em função da quantidade de lixiviados presente na solução, permitindo identificar lotes com diferentes níveis de vigor, sendo assim possível estimar o desempenho de sementes no campo (Marcos Filho et al., 1990; Agüero, 1995; Dias, Marcos Filho e Carmelo, 1995; Dias e Marcos Filho, 1996).

Entre as substâncias liberadas no processo de lixiviação estão os açúcares, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, nucleotídeos, ácidos graxos e íons inorgânicos, tais como  $K^+$ ,  $Ca^{+2}$  e  $Mg^{+2}$  (AOSA, 1983; Marcos Filho, Cícero e Silva, 1987), ressaltando que a avaliação é realizada de forma a compreender o total destes compostos, sem levar em consideração a quantidade e importância de cada um, isoladamente.

De acordo com Carvalho (1997), os testes de condutividade elétrica, lixiviação de potássio, velocidade de emergência e o conteúdo de hexanal foram eficientes na avaliação do potencial de vigor e de germinação de sementes de soja. Estudos envolvendo a lixiviação de potássio, em função da significativa participação dos íons inorgânicos, são relatados por alguns autores como um

teste de vigor para semente de soja em particular (Dias, 1994, Custódio, 1995, Dias, Marcos Filho e Carmelo, 1995; Carvalho, 1997).

Assim sendo, as sementes com alta qualidade fisiológica (alto vigor) apresentam valores baixos de condutividade (baixa lixiviação), enquanto sementes com valores de condutividade elétrica maiores, ou seja, maior quantidade de lixiviados na solução, indicam alto grau na desorganização dos sistemas de membranas das células, devido ao avançado estágio de deterioração e menor vigor dos tecidos (AOSA, 1983).

Em condições desfavoráveis de campo (formação de crosta, baixa temperatura, teor de água inadequado, entre outras), as sementes com baixo vigor, mesmo com alta percentagem de germinação, resultam em prejuízos para os agricultores, em função de uma lenta emergência e desenvolvimento das plantas, propiciando, com isso, um estabelecimento de cultura inadequado, com uma população de plantas abaixo do recomendado para a cultivar (Krzyzanowski, França Neto e Henning, 1991).

De acordo com Figueiras (1981), a produtividade da cultura é afetada diretamente pelo vigor da plântula, visto que melhores estandes, conseqüentemente melhores produtividades, são obtidos com sementes de alto vigor, o que foi observado em soja por Nakagawa, Rosolem e Machado (1984) e em trigo por Pedersen, Jorgensen e Poulsen (1993), os quais relataram ainda uma queda de 16% na produção devido à taxa de germinação em laboratório passar de 99 para 95%.

Alguns trabalhos têm evidenciado comportamento diferenciado na qualidade fisiológica de sementes entre os genótipos (Sediyama et al., 1982; Vieira et al., 1987), sendo, em alguns casos, ressaltada a importância do genótipo na interferência das leituras de condutividade elétrica.

Panobianco (1997) relata que sementes de diferentes genótipos de soja apresentaram valores de condutividade elétrica significativamente diferentes,

concordando com Prete, Cícero e Folegati (1994), podendo ser consequência das características do tegumento da semente, assim como de outras características relativas ao embrião que podem alterar também a condutividade elétrica para sementes com o mesmo padrão de qualidade fisiológica.

São muitos os relatos envolvendo micronutrientes causando prejuízos na cultura da soja, principalmente em solos com pH em água acima de 6. Entretanto, são poucos os trabalhos conduzidos em nossas condições de solo e clima, sugerindo uma vez mais a necessidade de estudar o comportamento da cultura da soja nestas condições de desequilíbrio nutricional.

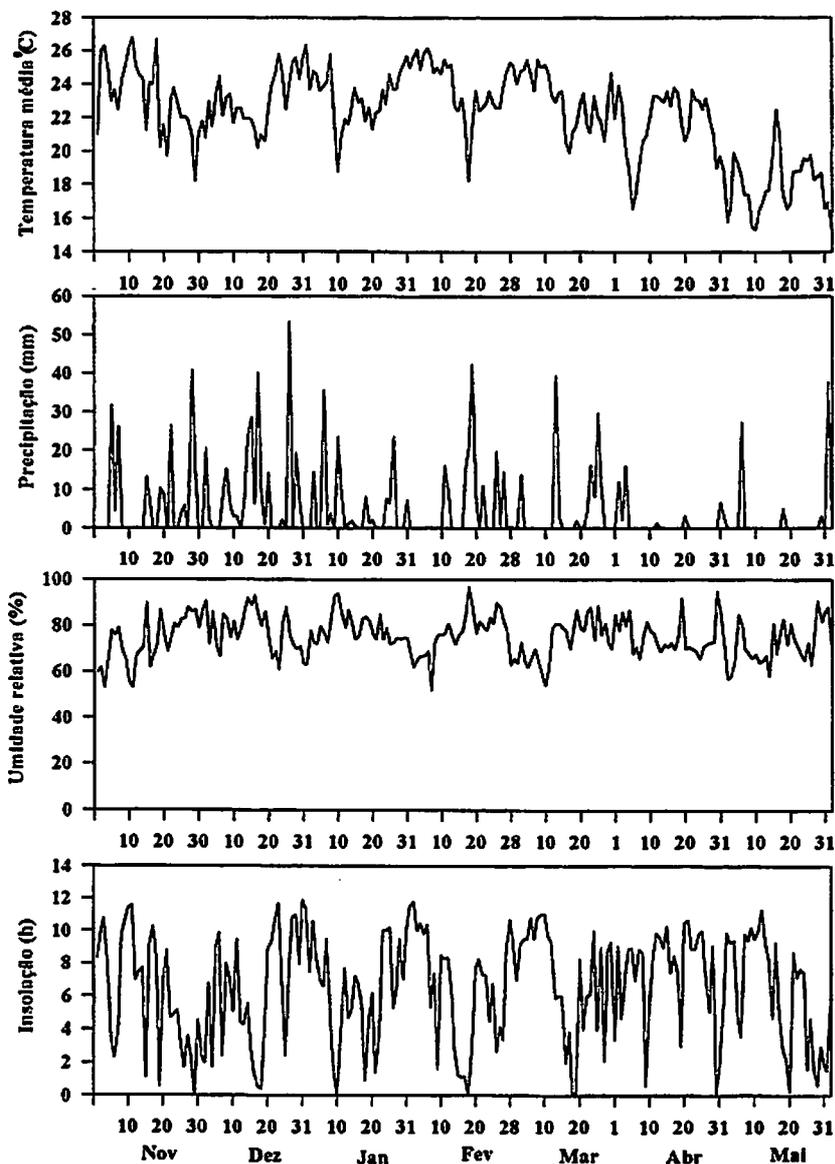
## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Caracterização da área**

O experimento foi conduzido na safra agrícola de 1997/98, no campo de produção da Fundação de Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE), no município de Ijaci-MG, localizado a uma latitude de 21°10'S, longitude 44°55'W e altitude de 805m, num Latossolo Vermelho Amarelo distrófico fase cerrado, de textura média. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwb (Antunes, 1986), sendo a temperatura média do mês mais quente de 22,1 °C e a do mês mais frio de 15,8 °C, e a temperatura média anual de 19,4 °C. A precipitação total anual é de 1.529,7mm, a evaporação total no ano de 1.034,3mm e a umidade relativa média anual de 76,2% (Brasil, 1992). As ocorrências diárias de temperatura média e precipitação no período em que o experimento esteve no campo encontram-se na Figura 1 e as características químicas deste solo nas Tabelas 1 e 2.

### **3.2 Delineamento experimental e tratamentos**

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4 x 3 + 12, com três repetições, compreendendo: dois cultivares ( Conquista, de ciclo tardio, com menor sensibilidade à deficiência de manganês e Garimpo, de ciclo médio, com maior sensibilidade à deficiência de manganês); quatro dosagens de manganês (150, 300, 450 e 600g/ha) aplicadas via foliar e três épocas de aplicação (V4, V8 e V10, respectivamente com quatro, oito e dez trifólios com folíolos desdobrados), de acordo com escala de Fehr e Caviness (1977), e doze tratamentos adicionais.



**FIGURA 1.** Valores de temperatura, precipitação, umidade relativa e insolação durante o período experimental (1997/98). Ijaci/ Lavras, (MG), 1999. (Dados fornecidos pelo setor de Agrometeorologia do Departamento de Engenharia da UFLA).

**TABELA 1. Resultados das análises químicas do Latossolo Vermelho Amarelo distrófico textura média, do município de Ijaci (MG). UFLA, Lavras, 1999. \*.**

Perfil	pH	MO	P	S-SO <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	m
cm	H <sub>2</sub> O	dag/kg	mg/dm <sup>3</sup>	cmol/dm <sup>3</sup>						%			
0-20	6,8	3,40	3,0	3,3	0,20	5,2	1,9	0,0	2,3	7,3	9,6	76	0
20-40	6,9	2,10	1,0	6,8	0,07	3,9	1,1	0,0	2,3	5,1	7,4	69	0

\* Análises realizadas no Instituto de Química "John H. Wheelock" do Departamento de Ciência do Solo da UFLA, Lavras-MG.

P(Resina) - K (Melich 1) - Mg/Ca (KCl 1N) - pH H<sub>2</sub>O (2,5:1)

TABELA 2. Resultados das análises de micronutrientes\* do Latossolo Vermelho Amarelo distrófico fase cerrado textura média, localizado no município de Ijaci (MG). UFLA, Lavras, 1999.\*\*

Perfil	B	Cu	Fe	Mn	Zn
cm	mg/dm <sup>3</sup>				
0-20	0,4	0,9	38,4	3,4	0,1
20-40	0,4	0,9	37,8	2,6	0,1

\*\*Análises realizadas no Instituto de Química "John H. Wheelock" do Departamento de Ciência do Solo da UFLA, Lavras-MG.

\* DTPA (Cu/Fe/Mn/ e Zn) – Água quente (B)

Os tratamentos adicionais (6) que receberam Mn foliar foram assim constituídos: 300gMn/ha (150g no estádio V4 e 150g no estádio V8), 450gMn/ha (225g no estádio V4 e 225g no estádio V8), 600gMn/ha (300g no estádio V4 e 300g no estádio V8), para ambos os cultivares.

Os demais tratamentos adicionais (4) foram constituídos pelas aplicações de manganês no sulco de plantio realizadas juntamente com a adubação básica, sendo a mistura cuidadosamente homogeneizada, fornecida na forma de  $MnSO_4 \cdot H_2O$  (sulfato de manganês), produto comercial contendo 30% de Mn. As dosagens utilizadas foram de 3,5 e 7,0kg de Mn/ha, para ambas as cultivares, equivalente a 1/4 da adubação recomendada quando à lanço. Essas dosagens foram baseadas principalmente no alto valor de pH (6,8), visto ocorrer uma maior fixação nesta condição, mostrando com isso a necessidade de dosagens muito maiores do que normalmente se utiliza (Malavolta, 1986).

Ainda como tratamentos adicionais foram utilizadas os dois (2) cultivares como testemunhas, que não receberam nenhuma adubação contendo Mn.

As parcelas foram constituídas de quatro fileiras de 5,0m de comprimento, espaçadas de 0,50m, sendo utilizadas as duas linhas centrais como área útil, eliminando-se 0,50m de cada lado, a título de bordadura. Para a aplicação do produto foi utilizado um aparelho costal pressurizado com CO<sub>2</sub> com capacidade para 20 litros, calibrado com 45lbs/pol<sup>2</sup>. Utilizou-se, para aplicação de manganês foliar, o produto comercial MANGAN 10, quelatizado, contendo 10% de Mn na sua formulação e densidade de 1,32g/ml. Os tratamentos via foliar receberam surfactante agrícola SILWET L-77 Ag (0,10%), para obtenção do máximo desempenho e eficiência do produto.

### 3.3 Condução do experimento

A adubação de plantio com fósforo e potássio foi feita de acordo com a análise de solo e recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1989), aplicando-se 100kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha na forma de super simples e 60kg de K<sub>2</sub>O/ha na forma de cloreto de potássio. Foi feita também a adubação com micronutrientes, de acordo com Rajj et al. (1996), aplicando-se 250g de B/ha e 1.250g de Zn/ha no sulco de plantio, utilizando-se, como fonte, ácido bórico e sulfato de zinco, respectivamente. As sementes foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*, utilizando-se o inoculante comercial Nitral na proporção de 250g do inoculante por 50kg de sementes, e tratamento com fungicida sistêmico (Tecto: 170g/100kg de sementes) e de contato (Captan: 120g/100kg de sementes), conforme recomendações da EMBRAPA (1997).

O experimento foi instalado em 15 novembro de 1997, não havendo limitação hídrica em nenhuma das fases do ciclo da cultura. O solo foi preparado de maneira convencional, utilizando-se uma aração e duas gradagens. O desbaste

nas parcelas foi realizado aos 15 dias após a emergência, deixando-se 17 plantas por metro linear. Os tratos culturais foram feitos sempre que necessário, objetivando conduzir a cultura de maneira adequada.

Em todas as épocas foram constatados, após as aplicações, períodos mínimos de 72 horas sem a ocorrência de chuvas, possibilitando um maior aproveitamento do produto. A aplicação foi feita com auxílio de lonas plásticas (6,0 m x 1,8 m) nos dois lados da parcela, evitando-se com isso a deriva.

Um dia antes da colheita, foi avaliado o nível de acamamento, de acordo com escala proposta por Bernard, Chamberlain e Lawrence (1965) no qual: 1 = todas as plantas eretas; 5 = todas as plantas acamadas; alturas de planta e da inserção da primeira vagem em cm medidas em dez plantas ao acaso por parcela e estande final. Após a colheita foi avaliado o rendimento de grãos através da pesagem de parcelas úteis com umidade devidamente corrigida para 13% ( peso de 100 sementes); número de vagens por planta e sementes por vagem, contadas em dez plantas ao acaso.

### **3.4 Análise química vegetal**

No final do florescimento da cultura foram coletadas folhas para diagnose foliar, sendo para isso utilizados dez trifólios por parcela, coletando-se o terceiro trifólio a partir do ápice das plantas. As amostras foram lavadas em água deionizada, colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 60°C, até atingir peso constante, sendo posteriormente moídas. Determinaram-se os teores foliares de todos os macro e dos micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn, conforme procedimentos descritos por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

### **3.5 Análise da qualidade fisiológica e física das sementes**

As sementes colhidas na área experimental foram encaminhadas ao Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de Agricultura da UFLA,

onde receberam uma limpeza através de uma catação manual em que as sementes visualmente danificadas foram descartadas, sendo uma parte delas enviada para a análise de rotina e outra para o armazenamento sob condições normais de ambiente durante 6 meses. As sementes utilizadas para a realização dos testes de germinação em rolo de papel e envelhecimento artificial receberam o mesmo tratamento com fungicida já citado anteriormente no item 3.3.

### **3.5.1 Grau de umidade**

O grau de umidade foi determinado pelo método da estufa, a 105°C mais ou menos 3°C, durante 24 horas, antes e após o armazenamento, utilizando-se duas amostras por parcela, segundo as recomendações das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), sendo os resultados expressos em percentagem.

### **3.5.2 Teste de germinação em rolo de papel**

Foram realizados os testes antes e após o envelhecimento artificial, utilizando-se duas sub-amostras de 50 sementes por parcela, em rolo de papel toalha, umedecidos com água na quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, em germinador a 30°C. As avaliações foram efetuadas aos cinco dias após a instalação do teste, de acordo com as normas estabelecidas nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), sendo os resultados expressos em percentagem média de plântulas normais por parcela.

### **3.5.3 Envelhecimento Artificial**

O teste foi realizado com uma amostra de duzentas sementes por parcela, distribuídas sobre uma bandeja de tela de alumínio fixada no interior de uma caixa plástica tipo "gerbox", funcionando como compartimento individual. No interior deste compartimento foram adicionados 0,04 litros de água e, em seguida, os gerbox foram levados a uma incubadora, conforme metodologia

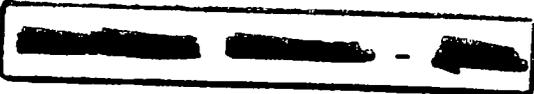
proposta pelo Comitê de Vigor da ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSIS (1983). Na incubadora, regulada a 42°C, as sementes permaneceram durante 72 horas, sendo, após este período colocadas para germinar seguindo a mesma metodologia descrita no item 3.5.2. Após cinco dias, foram avaliadas as plântulas, computando-se a percentagem média de plântulas normais por parcela.

#### **3.5.4 Condutividade elétrica de massa**

O teste foi realizado de acordo com a recomendação do Comitê de Vigor da ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSIS (1983). Foram preparadas três sub-amostras de vinte e cinco sementes por parcela, previamente escolhidas, com eliminação daquelas com tegumento danificado. Após a pesagem de cada sub-amostra em balança com sensibilidade de centésimos de gramas (precisão de 0,01g), as sementes foram imersas em 0,075 litros de água deionizada com condutividade elétrica menor ou igual à 2,0umhos/cm, no interior de copos plásticos, sob temperatura de 25°C, durante 24 horas. Transcorrido esse período, a condutividade elétrica da solução foi determinada através de condutivímetro, retirando-se 8 recipientes por vez, num intervalo de leitura inferior a 15 minutos, sendo as amostras agitadas suavemente para permitir uniformização dos lixiviados na solução. Os valores médios para cada parcela foram expressos em micromhos por centímetro por grama de semente (umhos/cm/g).

#### **3.5.5 Índice de velocidade de emergência**

Foram realizadas as avaliações com três e duas sub-amostras de cinquenta sementes por parcela, antes e depois do envelhecimento artificial, respectivamente. As sub-amostras foram distribuídas em um sulco com 1,0m de comprimento e com 0,03 m de profundidade, sendo a distância entre sulcos de



0,08m. As contagens foram efetuadas diariamente, considerando como plântulas normais aquelas com cotilédones totalmente acima do solo.

### **3.6 Teores de proteína e óleo nas sementes**

As amostras de semente de soja foram devidamente moídas, sendo então realizadas as análises de proteína e óleo. Inicialmente foram realizadas as análise de óleo, cujo teor foi determinado gravimetricamente após extração das amostras com hexano, a quente, em extrator Soxhlet, segundo o método da ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (1955).

Em seguida, procedeu-se ao desengorduramento das amostras para a realização das análises de proteína total.

O teor de proteína total foi determinado pelo método Kjeldahl, considerando-se, para tanto, que cada 100g de proteína contém, em média, 16g de nitrogênio, obtendo-se, desse modo, o fator 6,25 que, multiplicado pelo percentual de nitrogênio total da amostra resultará no percentual de proteína da mesma. Foram utilizadas duas repetições do teste em laboratório para cada repetição de campo, totalizando seis repetições por tratamento, as quais foram devidamente corrigidas, descontando-se o teor de água para o cálculo do teor de óleo, assim como o óleo para o cálculo do teor de proteína total.

### **3.7 Análise estatística**

Os dados de produção de grãos e teores de manganês nas folhas foram submetidos a análise de variância e regressão polinomial, de acordo com o procedimento proposto por Ferreira (1998), utilizando-se o "software" SISVAR<sup>1</sup>, versão 3.01. Para os demais parâmetros avaliados, foi empregado o teste de Scott & Knott, ao nível de significância de 5% de probabilidade.

---

<sup>1</sup> FERREIRA, D.F. SISVAR. Sistema para Análise de Variância. Versão 3.01. 1998. "Software" não publicado.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Teores foliares dos nutrientes

A diagnose foliar, utilizada como um método de avaliação do estado nutricional das plantas, foi realizada no período de pleno florescimento da cultura, sendo os teores foliares de macro e micronutrientes, em função dos tratamentos aplicados, apresentados na Figura 2. Segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), o nível crítico, também chamado de nível crítico fisiológico, corresponde em geral a teores, abaixo dos quais, a produção é limitada pela falta do nutriente, obedecendo-se à premissa de que dentro de limites existe relação direta entre o suprimento do adubo e a produção, para uma utilização eficiente da diagnose foliar.

Constata-se que todos os macronutrientes estão dentro das faixas adequadas, conforme relatado pelos autores, ou seja, N (45-55g/kg); P (2,6-5,0g/kg); K (17-25g/kg); Ca (4-20g/kg); Mg (3-10g/kg) e S (2,1-4,0g/kg). Já para os micronutrientes, é verificado o mesmo - B (21-55mg/kg); Cu (10-30mg/kg); Fe (51-350mg/kg) e Zn (21-50mg/kg); Mn (20-100mg/kg) - com exceção feita ao manganês, que apresentou valores em alguns tratamentos abaixo do nível crítico (20mg/kg), sendo possível observar nitidamente os sintomas de deficiência, caracterizados pela clorose das folhas novas, apresentando uma rede grossa das nervuras sobre fundo amarelado, como mostram as Figuras 1A e 2A (Anexo).

Entre os tratamentos, destacam-se como deficientes em manganês, como era de se esperar, ambas as testemunhas (Conquista e Garimpo), sendo

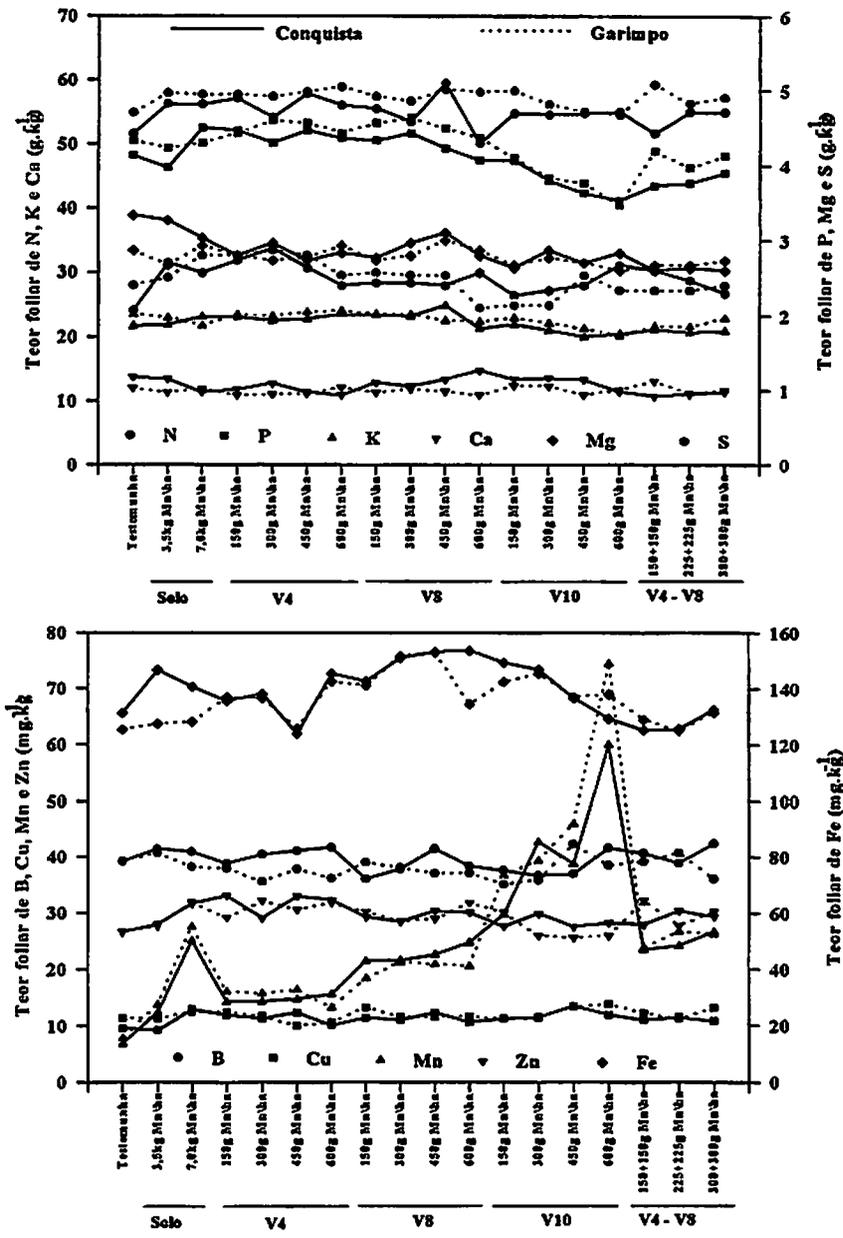


FIGURA 2. Teores foliares de macro e micronutrientes, determinados no pleno florescimento da soja. UFLA – Lavras (MG), 1999.

observado em campo sintomas mais severos na cultivar Garimpo. Quando o manganês foi aplicado via solo, ficou evidenciado de que nesta condição de pH (6,8), houve uma menor resposta dos tratamentos que receberam a dosagem de 3,5kg, quando comparados com os tratamentos que receberam a maior dosagem (7,0kg de Mn/ha), observando-se ainda, naqueles tratamentos, sintomas de deficiência. Estes resultados são explicados pelo fato de existir uma maior precipitação do Mn no solo em virtude do alto pH constatado, sendo o Mn encontrado nesta condição geralmente na forma de óxidos insolúveis, proporcionando baixa disponibilidade do elemento para a planta (Malavolta, 1986; Sparrow e Uren, 1987).

Analizando o efeito das dosagens dentro das épocas de aplicação, verifica-se uma maior concentração no teor de manganês nas folhas em épocas mais próximas do pleno florescimento, estágio no qual as folhas foram coletadas para determinação dos nutrientes. Isto pode ser explicado pela menor frequência de períodos chuvosos próximos ao florescimento, tendo como consequência uma menor lavagem (lixiviação) do manganês das folhas (Burnell, 1988).

#### 4.2 Efeito da aplicação dos tratamentos sobre a produtividade

Pela análise de variância apresentada na Tabela 3 são observados efeitos altamente significativos de época, dose e cultivar, não constatando-se diferença nas interações, sugerindo que a diferença em cultivar se deva a aspectos inerentes aos genótipos, uma vez que entre os mesmos verifica-se um comportamento diferenciado em condições de disponibilidade limitada de manganês, quanto a eficiência em absorver e/ou utilizá-lo (Abreu, Raji e Tanaka, 1994; Oliveira et al., 1997).

A interação época x dose foi estudada mesmo sendo significativa ao nível de 10,25%, visto que a adubação utiliza um micronutriente, o qual é requerido em quantidades pequenas, justificando assim um nível de significância

maior. Segundo sugestão de Pimentel Gomes (1985), níveis de significância menos exigentes, de 10 até 25% de probabilidade são recomendáveis quando a técnica utilizada não implica em grandes aumentos no custo de produção, níveis também adotados em trabalho realizado por Marques (1995). Na análise dos contrastes, é possível observar que houve diferença significativa na comparação das dosagens AD300/AD450 e AD600 aplicadas parceladamente nos estádios V4 e V8, com a aplicação de uma só vez nas três épocas estudadas, exceção feita ao tratamento AD300 vs. 300 V8, mostrando com isso uma melhor resposta de aproveitamento pelos cultivares, quando o manganês foi aplicado de modo parcelado, conforme indica a Tabela 3.

**TABELA 3. Resumo da análise de variância para a produção (kg/ha), com os contrastes entre os tratamentos, obtidos no ensaio de adubação com manganês, ano agrícola 1997/98. UFLA – Lavras (MG), 1999.**

CAUSA DE VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.	NIVEL DE SIGNIF.
BLOCO	2	103.104,2754	0,1264
TRATAMENTO	35	459.491,4497	0,0001
ÉPOCA (E)	2	1.039.239,3794	0,0001
DOSE (D)	3	382.659,3384	0,0001
CULTIVAR (C)	1	885.647,4043	0,0001
E X D	6	87.464,0134	0,1025
E X C	2	101.385,5007	0,1252
D X C	3	20.373,4318	0,7320
E X D X C	6	57.991,2659	0,3073
SOLO	3	193.746,7500	0,0098
ADICIONAL	5	325.616,4679	0,0001
FAT. vs. RESTO	1	10.883.473,5899	0,0001
FAT. vs. TESTEMUNHA	1	3.258.570,0096	0,0001
FAT. vs. SOLO	1	37.410,1207	0,3771
FAT. vs. ADICIONAL	1	3.775.242,2490	0,0000
AD300 vs. 300 V4	1	1.349.112,9818	0,0000
AD300 vs. 300 V8	1	84.772,8464	0,1837
AD300 vs. 300 V10	1	149.990,9564	0,0769
AD450 vs. 450 V4	1	585.031,6153	0,0012
AD450 vs. 450 V8	1	178.900,8485	0,0537
AD450 vs. 450 V10	1	444.059,1758	0,0035
AD600 vs. 600 V4	1	2.213.2999,4972	0,0000
AD600 vs. 600 V8	1	1.133.691,1533	0,0001
AD600 vs. 600 V10	1	650.722,6816	0,0007
TEST. vs. AD300	1	3.724.993,5244	0,0000
TEST. vs. AD450	1	5.003.141,4386	0,0000

TABELA 3 (Continuação)

TEST. vs. AD600	1	6.219.359,7318	0,0000
TEST. vs. 150 V4	1	168.364,8068	0,0611
TEST. vs. 300 V4	1	590.609,1566	0,0011
TEST. vs. 450 V4	1	2.166.479,9540	0,0000
TEST. vs. 600 V4	1	1.012.334,2314	0,0001
TEST. vs. 150 V8	1	1.950.842,9981	0,0000
TEST. vs. 300 V8	1	2.685.883,2738	0,0000
TEST. vs. 450 V8	1	3.289.883,4688	0,0000
TEST. vs. 600 V8	1	2.042.369,9091	0,0000
TEST. vs. 150 V10	1	1.456.590,5839	0,0000
TEST. vs. 300 V10	1	2.380.039,2090	0,0000
TEST. vs. 450 V10	1	2.446.133,1119	0,0000
TEST. vs. 600 V10	1	2.846.612,0494	0,0000
TEST. vs. SOLO 1*	1	1.309.176,9832	0,0000
TEST. vs. SOLO 2*	1	2.964.704,2843	0,0000
SOLO 1 vs. SOLO 2	1	333.666,7500	0,0098
SOLO 1 vs. 150 V4	1	538.565,0493	0,0016
SOLO 1 vs. 300 V4	1	141.136,7558	0,0860
SOLO 1 vs. 450 V4	1	107.389,9107	0,1341
SOLO 1 vs. 600 V4	1	19.056,2855	0,5365
SOLO 1 vs. 150 V8	1	9.618.681,8590	0,0000
SOLO 1 vs. 300 V8	1	244.702,1078	0,0250
SOLO 1 vs. 450 V8	1	448.378,7177	0,0034
SOLO 1 vs. 600 V8	1	81.180,7500	0,0934
SOLO 1 vs. 150 V10	1	3.931,3182	0,7719
SOLO 1 vs. 300 V10	1	158.837,9962	0,0688
SOLO 1 vs. 450 V10	1	181.646,3893	0,0520
SOLO 1 vs. 600 V10	1	294.846,6734	0,0146
SOLO 2 vs. 150 V4	1	1.720.055,4830	0,0000
SOLO 2 vs. 300 V4	1	908.820,2918	0,0002
SOLO 2 vs. 450 V4	1	62.467,4770	0,2551
SOLO 2 vs. 600 V4	1	512.202,8007	0,0020
SOLO 2 vs. 150 V8	1	105.693,8150	0,1373
SOLO 2 vs. 300 V8	1	6.883,2253	0,7068
SOLO 2 vs. 450 V8	1	8.458,8351	0,6784
SOLO 2 vs. 600 V8	1	85.683,0000	0,1813
SOLO 2 vs. 150 V10	1	265.161,8845	0,0200
SOLO 2 vs. 300 V10	1	32.074,6951	0,5798
SOLO 2 vs. 450 V10	1	22.933,7718	0,5026
SOLO 2 vs. 600 V10	1	1.200,0048	0,8689
SOLO 1 vs. AD300	1	617.531,1586	0,0009
SOLO 1 vs. AD450	1	1.193.725,7968	0,0000
SOLO 1 vs. AD600	1	1.821.613,6872	0,0000
SOLO 2 vs. AD300	1	43.344,1434	0,6543
SOLO 2 vs. AD450	1	265.161,8111	0,0200
SOLO 2 vs. AD600	1	596.034,5698	0,0011
RESÍDUO	70	47.693,2100	
MÉDIA GERAL	3.155,03		
C.V.(%)	6,92		

\* SOLO 1 e SOLO 2 ( 3,5kg e 7,0kg de manganês aplicado no sulco de plantio, respectivamente).

Quando comparadas a menor dosagem de manganês aplicada via solo e as dosagens aplicadas via foliar de uma única vez em ambas as épocas, verifica-se melhor eficiência do manganês aplicado via foliar. Entretanto, a adubação com 7,0kg de manganês produziu, em média, 333,0kg de soja a mais, quando comparada com a dosagem de 3,5kg, mostrando-se tão eficiente quanto as dosagens aplicadas de uma única vez via foliar nas épocas V8 e V10, chegando a produzir mais quando comparada à época V4 (Tabela 4). Os valores de produtividade dos tratamentos com seus percentuais em relação à testemunha, assim como seus respectivos teores de manganês nas folhas, se encontram na Tabela 4.

Os tratamentos adubados proporcionaram rendimentos estatisticamente superiores à testemunha, exceção feita ao tratamento que recebeu a menor dosagem de manganês (150g Mn/ha) no estágio de aplicação V4 que, embora de maior rendimento que a testemunha, não apresentou diferença significativa entre si. A diferença entre a produção média das testemunhas e a maior produção foi verificada nos tratamentos em que se fez o parcelamento das duas maiores dosagens de manganês (450 e 600g/ha) nos estádios V4 e V8, sendo constatado um aumento de produção equivalente a 1.291kg e 1.431,50kg/ha, correspondendo a um acréscimo na produção de 55 e 61%, respectivamente, conforme indicado na Tabela 4.

Trabalhos conduzidos por Mascarenhas et al., (1990); Komatuda et al. (1993), Tanaka, Mascarenhas e Bulisani (1993) e Oliveira Junior (1996) relataram resultados semelhantes aos encontrados nesse experimento, no que diz respeito à menor produção da soja em situação de deficiência de manganês, tanto em experimentos conduzidos em casa de vegetação, como no campo.

**TABELA 4. Valores médios de produtividade (kg/ha) com seus percentuais (%) em relação a testemunha e teores foliares médios de Mn (mg/kg), obtidos no ensaio de adubação com Mn. Ano agrícola 1997/98. UFLA-Lavras (MG), 1999.**

Tratamentos	Produtividade (kg/ha)			Produção Relativa (%)	Mn foliar (mg/kg)		
	Conquista	Garimpo	Média		Conquista	Garimpo	Média
1 Testemunha	2.644	2.032	2.338 d	100	6.85	7.87	7.36 g
2 3,5kg Mn/sulco	3.107	2.890	2.999 c	128	12.48	13.88	13.18 f
3 7,0kg Mn/sulco	3.504	3.161	3.332 b	143	25.18	27.67	26.42 d
4 150g Mn (V4)	2.675	2.476	2.575 d	110	14.31	16.17	15.24 f
5 300g Mn (V4)	2.777	2.787	2.782 c	119	14.38	15.81	15.10 f
6 450g Mn (V4)	3.286	3.090	3.188 b	136	14.78	16.47	15.62 f
7 600g Mn (V4)	2.935	2.903	2.919 c	125	15.68	13.28	14.48 f
8 150g Mn (V8)	3.393	2.896	3.144 b	134	21.57	18.47	20.02 e
9 300g Mn (V8)	3.425	3.143	3.284 b	140	21.67	21.37	21.52 e
10 450g Mn (V8)	3.506	3.265	3.385 b	145	22.70	20.97	21.83 e
11 600g Mn (V8)	3.376	2.950	3.163 b	135	24.86	20.67	22.77 e
12 150g Mn (V10)	2.973	3.097	3.035 c	130	29.92	36.77	33.34 c
13 300g Mn (V10)	3.340	3.117	3.289 b	141	42.78	39.44	41.11 b
14 450g Mn (V10)	3.346	3.144	3.245 b	139	38.84	46.03	42.44 b
15 600g Mn (V10)	3.560	3.064	3.312 b	142	60.00	74.58	67.29 a
16 150/150g Mn (V4-V8)	3.751	3.153	3.452 b	148	23.58	23.88	23.73 e
17 225/225g Mn (V4-V8)	3.842	3.417	3.629 a	155	24.24	26.87	25.55 d
18 300/300g Mn (V4-V8)	4.063	3.476	3.769 a	161	26.77	26.27	26.52 d
Média	3.306	3.003	3.155	135	24,48	25,91	25,20
C.V.(%)	6,90				13,97		

Médias da mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Scott e Knott.

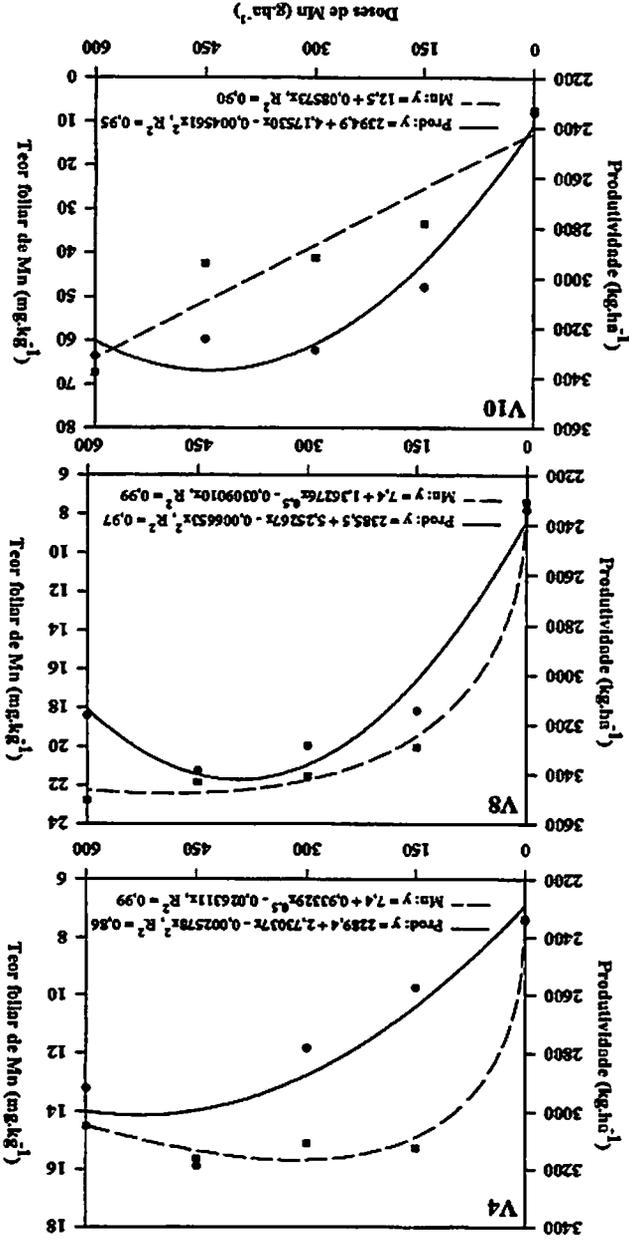
### **4.3 Efeito da dosagem de Mn e épocas de aplicação sem parcelamento sobre a produtividade**

Os resultados de produtividade obtidos para os dois cultivares estudados mostram um comportamento quadrático para os estádios V4/V8/V10, em que as aplicações foram realizadas sem parcelamento, resultando sempre em queda de produtividade para a maior dosagem (Figura 3). Estes dados podem ser explicados pela ocorrência de uma maior concentração de manganês no tecido foliar, provocando uma fitotoxidez que pode ser evidenciada no campo pelo sintoma de necrose e encarquilhamento das folhas, acarretando a redução da taxa fotossintética e, conseqüentemente, um menor aproveitamento do elemento para a produção, concordando com resultados obtidos por Oliveira Junior (1996), que relata um forte efeito depressivo na produção de vagens nos tratamentos que receberam altas dosagens de manganês.

Relatos concordantes a esses foram obtidos por Hannam e Ohki (1988) que verificaram ser os sintomas de toxidez definidos de forma diferente e com ampla variação na susceptibilidade, de acordo com o genótipo.

Comparando-se os dados de produtividade (100% da produção) entre as épocas de aplicação, pode-se verificar uma menor produção para a época V4, em que se observou um menor nível crítico (14,94%), além da necessidade de aplicação de dosagens maiores, quando comparada com as demais épocas, como mostra a Tabela 5. Isso se deve, provavelmente, ao menor aproveitamento metabólico do manganês pela planta, em função do seu estágio inicial de desenvolvimento (< área foliar). Além disso observou-se, ao longo do ciclo, apesar do fornecimento do manganês, o aparecimento de novos sintomas de deficiência devido à sua baixa mobilidade no floema da planta (Loneragan, 1988). Em ensaios de adubação, vários autores têm aceito o critério de que o rendimento que proporciona o lucro máximo encontra-se normalmente entre 80

FIGURA 3. Regressão entre doses de manganês aplicadas via foliar sem parcelamento, produtividade (kg/ha) e teores foliares de manganês (mg/kg) em cada estágio de aplicação (V4/V8/V10), no ano agrícola 1997/98. UFPA - Lavras (MG), 1999.



e 95% do rendimento máximo. Neste estudo adotamos o máximo rendimento (100%) para explicar os resultados.

**TABELA 5.** Estimativa da produção em função da dose de manganês aplicada sem parcelamento e seu respectivo nível crítico (N.C.) para 100, 95 e 90%, nos estádios V4, V8 e V10. UFLA – Lavras (MG), 1999.

Estádio	Produção (%)	Produção estimada (kg)	Dose (g)	N.C.(mg/kg)
V4	100	3.012,34	529,55	14,94
	95	2.861,72	287,84	15,66
	90	2.711,11	187,72	15,24
V8	100	3.422,27	394,76	22,27
	95	3.251,16	234,89	21,02
	90	3.080,04	167,95	19,87
V10	100	3.350,46	457,72	51,74
	95	3.136,82	222,97	35,31
	90	2.971,73	111,63	28,50

A produção máxima de 3.422kg por ha foi conseguida no estádio V8 com uma dosagem estimada de 394,76g de manganês por ha, que correspondeu a um nível crítico do teor foliar de 22,27mg/kg, demonstrando, nestas condições, ser este estádio o mais adequado para a aplicação de manganês via foliar.

#### **4.4 Efeito da dosagem de Mn, aplicada via solo e via foliar parcelada, sobre a produtividade**

Na Figura 4 têm-se os resultados das regressões em função da aplicação via solo e foliar parcelada nos estádios V4 e V8. Nestes casos, verificam-se os efeitos lineares para ambas as aplicações, sendo observado, no caso da aplicação

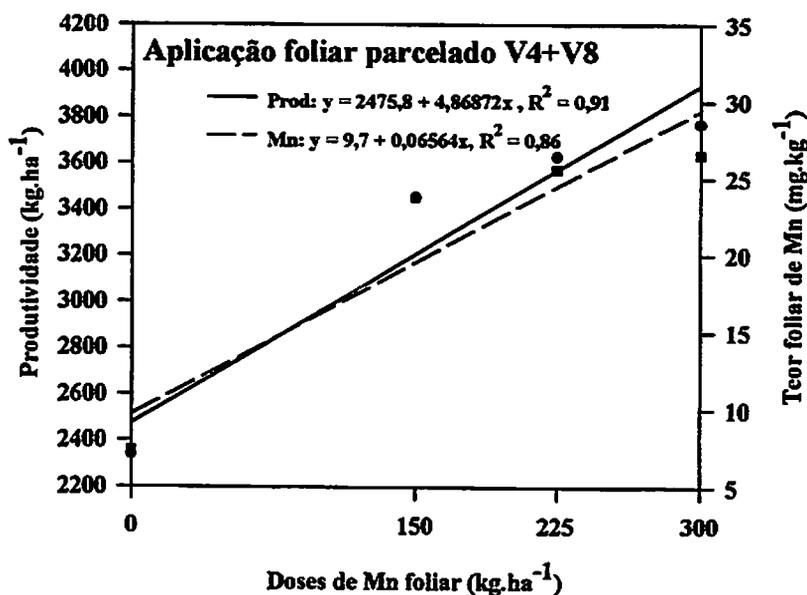
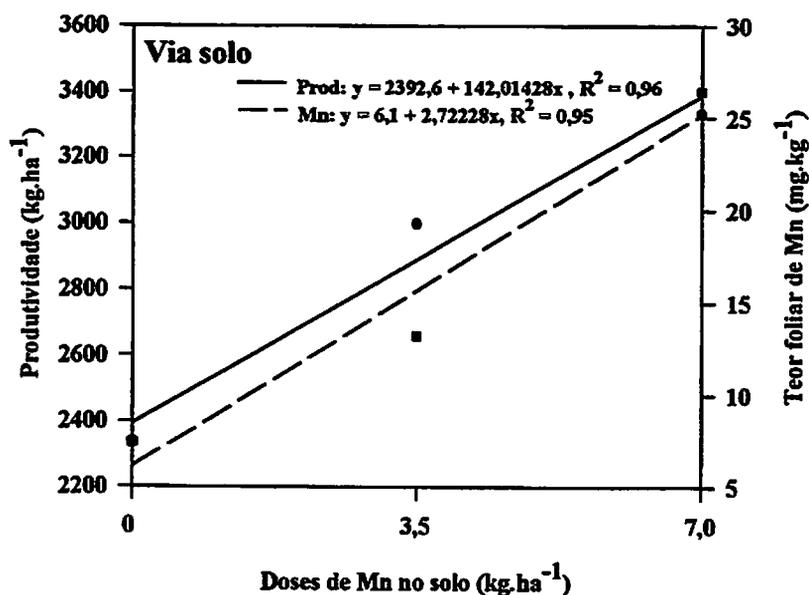


FIGURA 4. Regressão entre doses de manganês aplicadas via foliar com parcelamento nos estádios V4/V8, manganês aplicado via solo, produtividade ( $\text{kg/ha}$ ), e teores foliares de manganês ( $\text{mg/kg}$ ). Ano agrícola 1997/98. UFLA – Lavras (MG), 1999.

Analisada a aplicação de manganês parceladamente nas duas épocas, tem-se um melhor aproveitamento do nutriente quando comparado com a máxima produção obtida no estádio V8 sem parcelamento (3.422kg por ha), visto que a produção máxima de 3.936kg por ha foi alcançada com uma dosagem estimada de 300g de manganês/ha para cada época de aplicação, que correspondeu a um teor foliar de Mn de 29,39% (Tabela 6). Estes resultados podem ser explicados pela pouca mobilidade do manganês na planta, como já discutido anteriormente, o qual é requerido pelas folhas mais jovens em crescimento e que pode ser suprido pela segunda aplicação, concordando com estudos realizados em soja por Randall, Schulte e Corey (1975).

TABELA 6. Estimativa da produção em função da dose de manganês aplicada via solo e via foliar parcelado nos estádios V4 e V8, e seu respectivo nível crítico (N.C.) para 100, 95 e 90%. UFLA – Lavras (MG), 1999.

Modo	Produção (%)	Produção estimada (kg)	Dose kg/ha	N.C.(mg/kg)
Solo	100	3.386,70	7,00	25,16
	95	3.217,37	5,81	21,92
	90	3.048,03	4,62	18,52
			---g/ha---	
V4+V8	100	3.936,42	300,00	29,39
	95	3.739,60	259,58	26,73
	90	3.542,77	219,15	24,09

via solo, uma produção máxima de 3.387kg por ha conseguida com uma dose estimada de 7,0kg de manganês por ha, que corresponde a um teor foliar de Mn de 25,16mg/kg, acima do nível crítico para a cultura da soja.

É relevante o fato de que a aplicação de manganês via foliar nestas condições se mostrou mais eficiente quando comparada com os tratamentos que receberam manganês via solo, implicando em menor custo da adubação e maior aproveitamento, pela cultura, das dosagens de manganês aplicadas, podendo a segunda parte da aplicação ser realizada junto com os defensivos, comumente aplicados nesta época.

#### **4.5 Efeito da dosagem de Mn aplicado via solo e via foliar sobre as características agronômicas**

Verifica-se, na Tabela 7, que as variáveis inserção da primeira vagem e estande final não sofreram influência da adubação com manganês, no entanto, para as variáveis altura de planta, índice de acamamento, vagem por planta e peso de cem sementes foram observados diferentes valores entre os tratamentos.

A altura da planta para o cultivar Conquista mostrou-se bem homogênea, não sofrendo variações dos diferentes tratamentos. Por outro lado, o cultivar Garimpo apresentou valores de altura de plantas superiores, tanto para os tratamentos que receberam adubação via solo como via foliar, nos estádios V4 e V8 em relação à testemunha. No entanto, para o estádio V10, os valores foram similares à testemunha e inferiores em aproximadamente 7,6 cm em relação aos melhores tratamentos, o que se deve provavelmente ao fato de a planta já ter atingido um certo desenvolvimento, não respondendo mais ao crescimento nesta época de aplicação. Resultados semelhantes foram descritos por Sanzonowicz e Silva (dados não publicados) que, utilizando o cultivar Itiquira em condições de deficiência de manganês, constituíram aumento médio de 8,3cm na altura de plantas em função da aplicação desse nutriente.

TABELA 7. Valores médios de altura de planta (A.P.), inserção da primeira vagem (I.V.), índice de acamamento (I.A.), vagem por planta (V.P.), estande final (E.F.) e peso de 100 sementes (P100), obtidos no ensaio de adubação com manganês, ano agrícola 1997/98. UFLA – Ijaci (MG), 1999.

Tratamentos	A.P.(cm)		IV(cm)		I.A.*		V.P.		E.F.	P100		
	Conquista	Garimpo	Conquista	Garimpo	Conquista	Garimpo	Conquista	Garimpo		Conquista	Garimpo	
Testemunha	97 a	93 b	20 a	2,3 a	2,7 a	28 b	36 b	123 a	19,2 b	13,9 b		
3,5kg Mn/solo	97 a	101 a	23 a	1,8 b	2,2 a	31 b	40 b	132 a	19,2 b	14,7 a		
7,0kg Mn/solo	97 a	101 a	22 a	1,7 b	2,0 a	40 a	50 a	131 a	20,3 a	15,4 a		
150g Mn (V4)	99 a	99 a	22 a	2,5 a	2,5 a	28 b	37 b	132 a	19,1 b	14,6 a		
300g Mn (V4)	98 a	102 a	22 a	2,2 a	2,3 a	31 b	41 b	128 a	19,1 b	15,0 a		
450g Mn (V4)	97 a	103 a	22 a	1,7 b	2,3 a	38 a	43 b	128 a	19,2 b	14,6 a		
600g Mn (V4)	97 a	101 a	22 a	1,7 b	2,5 a	33 b	40 b	122 a	20,3 a	15,1 a		
150g Mn (V8)	96 a	101 a	21 a	1,7 b	2,3 a	38 a	42 b	124 a	20,0 a	15,1 a		
300g Mn (V8)	98 a	99 a	20 a	1,7 b	2,0 a	39 a	49 a	126 a	20,1 a	14,8 a		
450g Mn (V8)	96 a	100 a	21 a	1,2 c	1,8 b	37 a	49 a	127 a	20,0 a	14,8 a		
600g Mn (V8)	95 a	100 a	20 a	1,7 b	1,8 b	38 a	41 b	130 a	20,0 a	14,9 a		
150g Mn (V10)	97 a	94 b	21 a	2,2 a	2,3 a	34 b	47 a	122 a	19,7 a	15,1 a		
300g Mn (V10)	96 a	95 b	21 a	2,5 a	2,7 a	38 a	49 a	129 a	20,4 a	14,7 a		
450g Mn (V10)	96 a	95 b	21 a	1,8 b	2,3 a	37 a	49 a	126 a	20,3 a	15,1 a		
600g Mn (V10)	96 a	94 b	21 a	2,0 b	2,3 a	40 a	46 a	128 a	19,8 a	14,9 a		
150+150gMn **	97 a	101 a	22 a	1,3 c	1,7 b	41 a	49 a	130 a	20,1 a	14,7 a		
225+225gMn **	98 a	100 a	21 a	1,0 c	1,5 b	43 a	53 a	130 a	20,5 a	15,2 a		
300+300gMn **	98 a	103 a	22 a	1,2 c	1,2 b	44 a	53 a	132 a	20,0 a	15,2 a		
Média	97	99	21	1,8	2,1	37	45	128	19,9	14,9		
CV (%)	3,2		8,3		20,9		7,8		4,9		3,2	

Médias da mesma coluna seguidas pela mesma letra, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade para P100, e ao nível de 1% para as demais variáveis pelo teste de Scott e Knott.

\* Escala de notas, onde: 1 = todas as plantas eretas e 5 = todas as plantas acamadas

\*\* Aplicação realizada nos estádios V4 e V8.

Em relação ao índice de acamamento, observa-se que os melhores resultados foram obtidos com o parcelamento das dosagens em ambos os cultivares, o que pode ser devido ao maior aproveitamento do mineral, em virtude da sua pouca mobilidade na planta. Cita-se que o manganês desempenha um papel na síntese de lignina, o que, particularmente, é de extrema importância, uma vez que ela é um componente estrutural do esclerênquima, proporcionando um melhor suporte estrutural da planta (Campbell e Nable, 1988). De acordo com Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), o manganês atua na síntese da desoxi-D-arabinoheptulosonato-7-P da via do ácido shiquímico que resulta na produção de lignina, justificando, desta forma, o menor acamamento obtido nos tratamentos com o parcelamento das dosagens.

A variável vagem por planta mostrou valores superiores à testemunha em todos os tratamentos que receberam manganês, sugerindo um menor abortamento de flores e de vagens, concordando com resultados obtidos por Randall, Schulte e Corey (1975) e Oliveira Junior (1996), ressaltando ainda que o cultivar Garimpo apresentou, em média, um número de vagens 22% superior e um peso de cem sementes 33% inferior ao do cultivar Conquista, fato este inerente ao genótipo. Para cultivares observa-se diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 8A - Anexo) em relação ao peso de cem sementes, sendo possível avaliar o efeito dos tratamentos que receberam alguma dosagem de manganês, via solo ou via foliar, em relação às testemunhas, fato mais evidenciado no cultivar Garimpo, cuja testemunha apresentou o peso de cem sementes em média 1% menor quando comparada com os demais tratamentos. Este fato apresenta relevância no aspecto qualitativo, tendo em vista a possibilidade das sementes que receberam manganês apresentarem um conteúdo de reserva maior em suas sementes.

Estes resultados mostram o efeito do manganês no valor final do peso das sementes, sugerindo que tais inferências sejam importantes, sendo comum

citações na literatura mostrando que tal componente de produção seja controlado geneticamente e muito pouco afetado pelo ambiente (Board e Tan, 1995; Aranha, 1998).

#### **4.6 Avaliação de custo e receita**

Analisando-se a Tabela 8, é possível verificar que a aplicação do Mn via foliar mostrou-se mais eficiente do que a aplicação no sulco de plantio, proporcionando maior lucratividade nos melhores tratamentos dentro das épocas V4 e V8, quando comparados com o aumento obtido com a aplicação da maior dosagem realizada no sulco de plantio. Dentre os melhores tratamentos via foliar, destacamos as aplicações quando parceladas nas épocas V4 e V8, sendo possível observar um aumento médio superior a 36% na lucratividade, quando comparados com o tratamento com a maior dosagem de Mn via sulco de plantio. Para efeito de cálculos, levou-se em consideração o preço médio da saca de soja nos últimos 10 anos, no valor de R\$11,22 (Agriannual, 1999), assim como o custo estimado de aplicação via foliar (avião), no valor de uma saca de soja por hectare, preço comumente utilizado pelas empresas especializadas nesse serviço.

É importante ressaltar que neste caso a adubação via foliar visou corrigir uma deficiência nutricional, aspecto este de suma importância na tomada de decisão em utilizar esta prática, principalmente em virtude dos benefícios alcançados.

#### **4.7 Qualidade das sementes**

##### **4.7.1 Germinação das sementes em rolo de papel**

Em termos de germinação, os resultados da Tabela 9 mostram que os tratamentos submetidos ao teste de germinação sem envelhecimento apresentaram valores entre 91 e 96% para o cultivar Conquista, e entre 89 e 93% para o cultivar Garimpo, não diferindo estatisticamente entre si.

TABELA 8. Avaliação de custo e receita da aplicação de manganês por hectare, via solo e foliar, na cultura da soja (média de dois cultivares). Ano agrícola 1997/98. UFLA, Lavras, 1999.

Tratamentos	Produtiv. (kg/ha)	Aumento relativo (%)	Custo do Produto (R\$) **	Custo de aplicação (R\$)	Aumento do custo (R\$)	Aumento da produção (kg)	Aumento da receita (R\$)*	Lucro (R\$)
Testemunha	2.338	100	-	-	-	-	-	-
3,5kg Mn/sulco	2.999	128	14,43	-	14,43	661	123,60	109,17
7,0kg Mn/sulco	3.332	143	28,86	-	28,86	994	185,87	157,01
150g Mn (V4)	2.575	110	1,50	11,22	12,72	237	44,31	31,59
300g Mn (V4)	2.782	119	3,00	11,22	14,22	444	83,02	68,80
450g Mn (V4)	3.188	136	4,50	11,22	15,72	850	158,90	143,18
600g Mn (V4)	2.919	125	6,00	11,22	17,22	581	108,64	91,42
150g Mn (V8)	3.144	134	1,50	11,22	12,72	806	150,72	138,00
300g Mn (V8)	3.284	140	3,00	11,22	14,22	946	176,90	162,68
450g Mn (V8)	3.385	145	4,50	11,22	15,72	1047	195,78	180,06
600g Mn (V8)	3.163	135	6,00	11,22	17,22	825	154,27	137,05
150g Mn (V10)	3.035	130	1,50	11,22	12,72	697	130,33	117,61
300g Mn (V10)	3.289	141	3,00	11,22	14,22	951	177,83	163,61
450g Mn (V10)	3.245	139	4,50	11,22	15,72	907	169,60	153,88
600g Mn (V10)	3.312	142	6,00	11,22	17,22	974	182,13	164,91
150+150gMn (V4/V8)	3.452	148	3,00	22,44	25,44	1114	208,31	182,87
225+225gMn (V4/V8)	3.629	155	4,50	22,44	26,94	1291	241,41	214,47
300+300gMn (V4/V8)	3.769	161	6,00	22,44	28,44	1431	267,59	239,15

\* Valor da saca de 60kg baseado na média dos últimos 10 anos. Fonte: AGRIANUAL 99.

\*\* Valor calculado conforme custo dos produtos na época da aplicação. Fonte: NUTRIPLANT INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.

TABELA 9. Percentagem de germinação em rolo de papel de papel de dois cultivares de soja, antes e após o envelhecimento artificial em função dos tratamentos aplicados. Ano agrícola 1997/98. UFLA - Lavras (MG), 1999.

Médias	Antes/env.		Após/env.	
	Conquista \ Garimpo	Conquista	Garimpo	Conquista
Testemunha	94 a	89 a	90 a	90 a
3,5kg Mn/sulco	92 a	90 a	88 b	81 b
7,0kg Mn/sulco	93 a	91 a	88 b	86 a
150g Mn (V4)	95 a	90 a	90 a	84 a
300g Mn (V4)	94 a	89 a	89 a	83 a
450g Mn (V4)	92 a	90 a	88 b	84 a
600g Mn (V4)	92 a	92 a	86 b	85 a
150g Mn (V8)	91 a	90 a	86 b	84 a
300g Mn (V8)	92 a	91 a	86 b	86 a
450g Mn (V8)	93 a	91 a	87 b	85 a
600g Mn (V8)	96 a	90 a	90 a	85 a
150g Mn (V10)	95 a	91 a	88 b	85 a
300g Mn (V10)	92 a	91 a	86 b	84 a
450g Mn (V10)	91 a	92 a	85 b	85 a
600g Mn (V10)	94 a	92 a	88 b	87 a
150+150gMn (V4/V8)	92 a	91 a	90 a	86 a
225+225gMn (V4/V8)	92 a	91 a	90 a	87 a
300+300gMn (V4/V8)	95 a	93 a	94 a	88 a

Médias da mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott e Knott

De acordo com Henning e França Neto (1980), quando as sementes apresentam infecção por fungos (principalmente *Phomopsis*) e são colocadas para germinar em rolo de papel, ocorrem altos índices de plântulas anormais e sementes mortas em função do contato que existe entre o tegumento, cotilédones e o eixo embrionário. Entretanto, não foi verificada esta ocorrência neste trabalho devido, provavelmente, ao tratamento químico realizado nas sementes antes dos testes.

Após as sementes serem submetidas ao envelhecimento, foi observada tendência de menor percentagem de germinação, sendo em média 6% menor para ambas as cultivares. Dentre os tratamentos, a testemunha do cultivar Garimpo apresentou, após o envelhecimento, redução de germinação em média de 9% em relação aos melhores tratamentos.

#### **4.7.2 Vigor das sementes**

##### **4.7.2.1 Emergência de plântulas no campo**

Com relação ao vigor, avaliado pela emergência de plântulas no campo, nota-se que os tratamentos antes do envelhecimento artificial, apresentaram emergência acima de 90 e 95% para as cultivares Garimpo e Conquista, respectivamente, conforme Tabela 10, comprovando, assim, o alto valor de germinação obtido em laboratório.

Após a realização do envelhecimento por 72 horas, verifica-se, na Tabela 10, uma diminuição média na emergência de 10 e 23% para os cultivares Conquista e Garimpo, respectivamente. Estes valores indicam menor vigor das sementes em virtude do envelhecimento, sendo observada no cultivar Garimpo uma maior redução de vigor quando comparada às testemunhas de ambos os cultivares, podendo-se observar uma diferença de 43% na emergência para cultivar Garimpo, assim como uma queda de 22% para a cultivar Conquista.

TABELA 10. Percentagem de emergência de plântulas no campo (%) de dois cultivares de soja, antes e após o envelhecimento artificial em função dos tratamentos aplicados. Ano agrícola 1997/98. UFLA – Lavras (MG), 1999.

Tratamentos	Antes/env.		Após/env.	
	Conquista	Garimpo	Conquista	Garimpo
Testemunha	97 a	90 a	76 b	51 b
3,5kg Mn/sulco	96 a	95 a	87 a	72 a
7,0kg Mn/sulco	97 a	96 a	90 a	81 a
150g Mn (V4)	95 a	95 a	84 a	68 a
300g Mn (V4)	96 a	93 a	88 a	77 a
450g Mn (V4)	98 a	92 a	87 a	79 a
600g Mn (V4)	96 a	91 a	87 a	76 a
150g Mn (V8)	97 a	95 a	85 a	77 a
300g Mn (V8)	98 a	95 a	91 a	78 a
450g Mn (V8)	95 a	96 a	88 a	86 a
600g Mn (V8)	98 a	96 a	90 a	81 a
150g Mn (V10)	95 a	96 a	85 a	82 a
300g Mn (V10)	96 a	95 a	88 a	80 a
450g Mn (V10)	96 a	95 a	90 a	78 a
600g Mn (V10)	95 a	96 a	88 a	80 a
150+150gMn (V4/V8)	97 a	96 a	88 a	76 a
225+225gMn (V4/V8)	96 a	94 a	88 a	77 a
300+300gMn (V4/V8)	96 a	95 a	91 a	83 a
Médias	96	95	87	77
CV	2,60		6,44	

Médias da mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott e Knott.

Este fato corrobora para uma análise do efeito do manganês no vigor das sementes, visto que os tratamentos que receberam aplicação de manganês apresentaram sempre valores muito acima de suas testemunhas para ambas as cultivares.

De acordo com Krzyzanowski, França Neto e Henning (1991), sementes com baixo vigor, mesmo com alta percentagem de germinação, podem resultar em prejuízos aos agricultores, sendo estas sementes submetidas a condições desfavoráveis de campo, principalmente pelo fato de não se conseguir um estabelecimento adequado de estande, concordando com Filgueiras (1981) e Nakagawa, Rosolem e Machado (1984).

É possível inferir ainda sobre a possibilidade de comportamento diferenciado de genótipos na qualidade fisiológica das sementes, neste caso evidenciado pela diferença na sensibilidade à deficiência de manganês pelos dois genótipos, ficando claro neste aspecto o maior dano causado pela deficiência de manganês no cultivar Garimpo.

#### **4.7.2.2 Condutividade elétrica de massa**

Verifica-se pelos dados apresentados na Tabela 9A (Anexo), que o grau de umidade das sementes manteve-se em valores próximos a 12% para o cultivar Conquista e 11% para o Garimpo, com variação máxima de 0,67 e 0,65%, respectivamente. Estes teores de umidade são considerados ideais para a realização de testes como da condutividade elétrica, conforme sugerido por Vieira (1994).

Os resultados da avaliação do teste de condutividade elétrica das sementes são apresentadas na Tabela 11. É possível constatar, de modo semelhante ao já verificado para o teste de emergência em campo após o envelhecimento artificial, diferenças significativas entre os tratamentos que receberam manganês e as testemunhas. Analisando o efeito do manganês em de

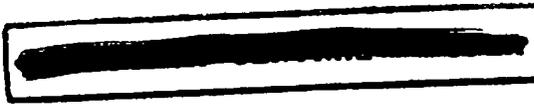


TABELA 11. Percentagem de condutividade elétrica de massa ( $\mu\text{mhos/cm/g}$ ) de sementes de dois cultivares de soja em função dos tratamentos aplicados. Ano agrícola 1997/98. UFLA – Lavras (MG), 1999.

Tratamentos	Conquista	Garimpo
	Condutividade elétrica ( $\mu\text{mhos/cm/g}$ )	
Testemunha	71,63 a	91,40 a
3,5kg Mn/sulco	66,33 a	60,50 c
7,0kg Mn/sulco	56,25 a	51,82 c
150g Mn (V4)	60,40 a	69,19 b
300g Mn (V4)	61,39 a	69,34 b
450g Mn (V4)	57,81 a	67,21 b
600g Mn (V4)	57,16 a	66,88 b
150g Mn (V8)	64,24 a	65,72 b
300g Mn (V8)	62,35 a	70,07 b
450g Mn (V8)	65,63 a	56,89 c
600g Mn (V8)	64,41 a	58,75 c
150g Mn (V10)	63,31 a	56,80 c
300g Mn (V10)	62,51 a	65,65 b
450g Mn (V10)	66,77 a	59,67 c
600g Mn (V10)	60,67 a	65,86 b
150+150gMn (V4/V8)	60,50 a	66,98 b
225+225gMn (V4/V8)	55,78 a	56,62 c
300+300 g Mn (V4/V8)	54,71 a	61,45 c
<b>Médias</b>	<b>61,77</b>	<b>64,43</b>
<b>CV</b>	<b>10,07</b>	

Médias da mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott e Knott.

cada cultivar, constata-se que houve diferença significativa para o cultivar Garimpo, que apresentou valores de condutividade variando entre 51,82 e 91,40 $\mu$ mhos/cm/g, sugerindo que os padrões de lixiviação foram diferenciados.

Estes valores de condutividade elétrica nos permitiram separar para o cultivar Garimpo, sementes com níveis de alto e baixo vigor, concordando com resultados obtidos por Costa (1986) e Bhering et al. (1991), sendo constatada, nestes trabalhos, associação de sementes de alto vigor com valores de condutividade abaixo de 70 $\mu$ mhos/cm/g, assim como sementes de baixo vigor com valores acima de 80 $\mu$ mhos/cm/g. Já o cultivar Conquista apresentou uma mesma tendência nos seus valores de condutividade elétrica de massa, não diferindo estatisticamente entre si.

De acordo com Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), o manganês é requerido para a atividade da dismutase de peróxido, a qual protege a célula de efeitos deletérios de radicais livres sobre os constituintes químicos formados em reações das quais o oxigênio participa. Sendo assim, é provável ocorrer, em situação de deficiência de manganês, mudanças nos ácidos graxos insaturados pela ação destes radicais livres, resultando numa desestruturação da membrana celular, explicando os altos valores de condutividade encontrados especialmente no cultivar Garimpo, em função da capacidade de regulação do fluxo de solutos (Carvalho, 1994).

É possível verificar, na Tabela 12, que as sementes, quando submetidas ao teste do índice de velocidade de emergência antes do envelhecimento, não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos, sendo esta diferença detectada após o envelhecimento.

Sementes de alto vigor originaram plântulas com melhores índices, revelando uma relação direta entre a velocidade de emergência das plântulas e o vigor das sementes. O cultivar Garimpo apresentou uma redução no índice

TABELA 12. Índices de velocidade de emergência (IVE) de plântulas no campo de dois cultivares de soja, antes e após o envelhecimento artificial, em função dos tratamentos aplicados. Ano agrícola 1997/98. UFLA – Lavras (MG), 1999.

Tratamentos	Antes/env.		Após/env.	
	Conquista	Garimpo	Conquista	Garimpo
Testemunha	6,6 a	6,4 a	5,9 b	4,2 c
3,5kg Mn/sulco	6,5 a	6,7 a	7,0 a	5,9 b
7,0kg Mn/sulco	6,4 a	6,6 a	7,5 a	6,9 a
150g Mn (V4)	6,4 a	6,8 a	7,3 a	5,5 b
300g Mn (V4)	6,5 a	6,5 a	7,8 a	6,3 a
450g Mn (V4)	6,4 a	6,3 a	7,7 a	6,8 a
600g Mn (V4)	6,3 a	6,4 a	7,2 a	6,6 a
150g Mn (V8)	6,4 a	6,8 a	6,7 b	6,7 a
300g Mn (V8)	6,6 a	6,6 a	7,8 a	6,7 a
450g Mn (V8)	6,3 a	6,9 a	7,1 a	7,4 a
600g Mn (V8)	6,6 a	6,8 a	7,4 a	6,9 a
150g Mn (V10)	6,3 a	6,9 a	7,2 a	7,1 a
300g Mn (V10)	6,2 a	6,8 a	7,2 a	6,8 a
450g Mn (V10)	6,4 a	6,7 a	7,8 a	6,5 a
600g Mn (V10)	6,3 a	6,8 a	7,4 a	6,8 a
150+150gMn (V4/V8)	6,5 a	6,7 a	7,5 a	6,4 a
225+225gMn (V4/V8)	6,5 a	6,6 a	7,5 a	7,0 a
300+300gMn (V4/V8)	6,6 a	6,9 a	7,6 a	6,7 a
Médias	6,4	6,7	7,3	6,5
CV	3,57		7,84	

Médias da mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott e Knott.

acima do verificado para o cultivar Conquista, quando comparados os tratamentos testemunha dos dois cultivares. Foi observada uma queda de 6,4 para 4,2 pontos no índice para o cultivar Garimpo e uma queda de 6,6 para 5,9 pontos para o cultivar Conquista, sendo constatada ainda índices abaixo de 6,0 pontos para os tratamentos que receberam dosagem baixa de manganês, tanto no solo como na primeira época de aplicação para o cultivar Garimpo.

Estes valores estão de acordo com os valores encontrados no teste de condutividade, mostrando uma relação entre o alto valor de condutividade e o baixo vigor das sementes. O teste de velocidade de emergência distinguiu a qualidade das sementes entre os tratamentos dentro dos cultivares, tendência também verificada no teste de germinação em rolo de papel realizado em condições ótimas, possibilitando o potencial máximo de germinação das sementes.

#### **4.7.3 Teores de proteína e óleo nas sementes**

É possível observar nos dados da Tabela 13 que para os cultivares Conquista e Garimpo, os teores mais baixos de proteína foram detectados nos tratamentos testemunha com 34,78 e 36,22%, respectivamente. Os maiores teores de proteína foram encontrados nos tratamentos que receberam as maiores dosagens, independente do cultivar, revelando uma superioridade média de 4,95% quando comparados com as testemunhas. O cultivar Garimpo apresentou resultados de proteína em média 2,61% superiores aos do cultivar Conquista, sendo constatados valores em média 3,68% superiores nos tratamentos que receberam manganês, tanto via solo como via foliar, quando comparados com a testemunha.

À semelhança do que ocorreu com o teor de proteína, constataram-se também para o teor de óleo resultados significativos em função da adubação com manganês. Analisando-se o teor de óleo, são observados valores acima de

TABELA 13. Teores de proteína e óleo de dois cultivares de soja em função dos tratamentos aplicados. Ano agrícola 1997/98. UFLA – Lavras (MG), 1999.

Tratamentos	Proteína (%)		Óleo (%)	
	Conquista	Garimpo	Conquista	Garimpo
Testemunha	34,78 d	36,22 c	19,00 d	18,17 c
3,5 kg Mn/sulco	36,73 c	39,12 b	21,48 b	21,38 a
7,0 kg Mn/sulco	36,08 c	38,92 b	22,63 a	22,20 a
150g Mn (V4)	35,68 d	39,25 b	20,22 c	20,88 b
300g Mn (V4)	37,65 b	39,68 b	21,23 b	20,18 b
450g Mn (V4)	38,98 a	40,13 a	21,30 b	21,48 a
600g Mn (V4)	38,48 a	40,88 a	21,55 b	20,80 b
150g Mn (V8)	36,63 c	39,55 b	20,97 b	20,70 b
300g Mn (V8)	37,52 b	40,30 a	21,25 b	20,72 b
450g Mn (V8)	37,13 c	40,85 a	20,88 b	20,90 b
600gMn (V8)	38,98 a	41,07 a	21,85 a	20,97 b
150g Mn (V10)	37,48 b	38,48 b	21,03 b	20,23 b
300g Mn (V10)	37,53 b	39,78 b	21,20 b	20,80 b
450g Mn (V10)	37,63 b	40,38 a	22,33 a	21,08 b
600g Mn (V10)	38,38 a	41,92 a	22,63 a	20,13 b
150+ 150gMn (V4/V8)	36,45 c	38,90 b	21,28 b	20,90 b
225+225gMn (V4/V8)	36,98 c	40,87 a	21,72 b	20,60 b
300+300gMn (V4/V8)	38,15 a	41,83 a	22,10 a	21,15 b
Médias	37,29	39,90	21,37	20,74
CV	1,91		2,36	

Médias da mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Scott e Knott.

20,0% nos tratamentos que receberam manganês, para ambos os cultivares. É possível verificar uma diferença de 2,37 e 2,57%, em média, para os cultivares Conquista e Garimpo, respectivamente, nos tratamentos que receberam manganês quando comparados com as testemunhas. Resultados concordantes a esses foram encontrados por Wilson et al. (1982), que verificaram alteração no teor de óleo em condições de baixos níveis de manganês nas folhas (<10ppm), sendo observada ainda a importância das condições climáticas e localização geográfica como fatores que influenciam os níveis de ácidos graxos nos teores de óleo em soja.

Cabe aqui ressaltar a importância de teores adequados de proteína e óleo nas sementes, pois estes elementos são responsáveis pela determinação da qualidade e quantidade dos produtos finais (farelo e óleo de soja), mostrando, desta forma, o interesse econômico, caso haja diferenciação no preço com base nos teores de proteína e óleo (Hurburgh et al., 1990).

Estes resultados vêm concordar em parte com resultados relatados por Tanaka e Mascarenhas (1992), que sugerem uma correlação positiva entre a produtividade de grãos e o teor de óleo, atribuída aos teores de Mn nas folhas de soja. Existem evidências citadas por alguns autores, sugerindo que o manganês ocupe um papel indireto na redução do nitrato. A atividade da redutase do nitrato é dependente de substrato produzido fotossinteticamente pela geração de agentes redutores em folhas verdes. Como a fotossíntese é reduzida pela deficiência de manganês, é possível que a fonte de agente redutor em plantas deficientes em manganês seja reduzida (Heenan e Campbell, 1980). Assim, pode-se sugerir que o manganês tenha um papel indireto na geração de esqueletos de carbono e nitrogênio para a síntese de proteínas.

De acordo com Campbell e Nable (1988), altas concentrações de nitrato em plantas deficientes em manganês poderiam ocorrer devido ao papel desempenhado pelo Mn na redução do nitrato, ou talvez, na atividade da

reduzase do nitrato, sugerindo que em condições de deficiência de Mn a atividade desta enzima seja baixa, apesar de não ocorrer alteração quantitativa.

Os resultados deste estudo revelaram-se muito interessantes sob o aspecto prático, visto ser a produtividade da soja muito influenciada pela deficiência do Mn, assim como a própria qualidade das sementes, podendo causar também queda na produção quando semeadas nessa condição. Evidentemente, este trabalho deve prosseguir, sendo para tanto sugerido num próximo estudo verificar a eficiência da aplicação de Mn em estádios relacionados ao enchimento do grão, em virtude desse elemento ser muito lixiviado das folhas.

## 5 CONCLUSÕES

Para este experimento, em função das condições locais, os resultados permitem apresentar as seguintes conclusões:

1 C { \* A aplicação de Mn, independente do cultivar e da forma de aplicação, aumentou a produtividade da soja. Entretanto, a adubação foliar mostrou-se mais eficiente quando comparada à aplicação via solo, podendo ser utilizada de forma econômica na correção de deficiência de Mn.

\* Os parcelamentos das adubações, 225g(V4) + 225g/ha(V8) e 300g(V4) + 300g/ha(V8) foram os mais eficientes, apresentando acréscimos na produtividade da ordem de 55 e 61%, respectivamente.

\* Os estádios V8 e V10 mostraram-se ideais para aplicação foliar do manganês de forma não parcelada.

\* As adubações com manganês via foliar e sulco de plantio proporcionaram aumento significativo na concentração desse elemento na planta.

\* O cultivar Conquista apresentou, na média geral, uma produtividade 10% superior ao do cultivar Garimpo.

C { \* A aplicação de manganês afetou a qualidade das sementes, aumentando o teor de proteína e óleo, assim como influenciou nos testes de germinação e vigor, principalmente após o envelhecimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDUL-BAKI, A .A . Biochemical aspects of seed vigor. *HortScience*, Alexandria, v.15, n.6, p.765-771, Dec. 1980.
- ABREU, C.A.de; RAIJ, B. van; TANAKA, R.T. Comportamento de cultivares de soja em solo deficiente em manganês. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.19, n.1, p.149-152, Jan/Abr. 1994.
- ADÂMOLI, J.; MACEDO, J.; AZEVEDO, L. G.; MADEIRA, J. Caracterização da região dos Cerrados. In: GOEDERT, W. J. (ed.). *Solos dos Cerrados: tecnologia e estratégias de manejo*. São Paulo: Nobel, 1985. p.33-74.
- AGRIANUAL 99. *Anuário dos agricultores brasileiros*. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 1999. 521p. Soja p.448-483.
- AGUERO, J. A. *Correlação de condutividade elétrica e outros testes de vigor com emergência de plântulas de soja em campo*. Jaboticabal: UNESP, 1995, 92 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- ALVAREZ, C. Utilização de quelatos em adubação foliar. In: BOARETTO, A.E.; ROSOLEM, C.A.,(Coords.), *Adubação foliar*. Campinas: FUNDAÇÃO CARGILL, 1989. v.1., p.177-189.
- ANTUNES, F.Z. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.12, n.138, p.9-13, jun. 1986.
- ARANHA, M.T.M. Efeito do vigor da semente e da densidade de semeadura no desempenho de plantas de soja das cultivares IAS-5 e IAC-8. Jaboticabal: UNESP, 1998. 77p. (Tese - Doutorado em Produção Vegetal).
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 8.ed. Washington, 1955. p.30
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSIS. *Seed vigor testing handbook*. East Lansing: AOSA, 1983. 88 p. (Contribution, 32).

- BERHING, M.C.; REIS, M.S.; SEDIYAM, C.S.; SEDIYAMA, T.; ANDRADE, M.A.S. Influência de épocas de plantio sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Revista Ceres*. Viçosa, v.38, n.219, p.409-421, Set./Out. 1991.
- BERNARD, R.L. CHAMBERLAIN, D.W. LAWRENCE, R.D. eds. *Result of the cooperative uniform soybeans tests*. Washington: USDA, 1965. 134p.
- BOARD, J.E.; TAN, Q. Assimilatory capacity on soybean yield components and pod number. *Crop Science*. Madison. v.35, n.3, p.846-851, May/June. 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Normas Climatológicas*. 1961-1990. Brasília: MARA, 1992. 84p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. *Regras para análise de sementes*. Brasília, 1992. 365 p.
- BURNELL, J.N. The Biochemistry of Manganese in Plants. In: GRAHAM, R.D.; HANNAM, R.J.; UREN, N.C., ed. *Manganese in soils and plant*. Dordrecht: Kluwer Academic, 1988. Cap.9, p.125-137.
- CAIRES, E.F.; CHUEIRI, W.A.; MADRUGA, E.F.; FIGUEIREDO, A. Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa. v.22, n.1, p. 27-34, Jan./Mar. 1998.
- CAMARGO, P.N.; SILVA, O. *Manual de adubação foliar*. São Paulo: Herba, 1975. 258p.
- CAMPBELL, L.C.; NABLE, R.O. Physiological Functions of Manganese in Plants. In: In: GRAHAM, R.D.; HANNAM, R.J.; UREN, N.C., (ed.) *Manganese in soils and plant*. Dordrecht: Kluwer Academic, 1988. Cap.10. p.139-154.
- CARVALHO, J. C. de. *Testes Fisiológicos e Bioquímicos na Avaliação da Germinação e do Vigor de Sementes de Soja*. Viçosa: UFV, 1997. 56 p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).
- CARVALHO, N. M. de. O conceito de vigor em sementes. In: VIEIRA, R. D., CARVALHO, N. M. (Eds.) *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 1-30.

- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 4ª aproximação. Lavras, 1989. 159p.**
- COSTA, A.F.S. Avaliação da qualidade fisiológica das sementes de genótipos de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], produzidas em cinco localidades do Estado de Minas Gerais. Viçosa:UFV, 1986. 110p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).**
- CUSTÓDIO, C. Uso de lixiviação de potássio como teste para avaliar o vigor de sementes de soja. Piracicaba: ESALQ, 1995. 85p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).**
- DAGHLIAN, C. Eficiência de adubação foliar de uréia - <sup>15</sup>N em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Piracicaba: ESALQ, 1986. 88p. (Tese - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)).**
- DIAS, D. C. F. S., MARCOS FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Scientia Agricola, Piracicaba. v. 53, n. 1, p. 31-42, Jan./Abr. 1996.**
- DIAS, D. C. F. S., MARCOS FILHO, J., CARMELO, Q. A. C. Teste de lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. Scientia Agricola, Piracicaba. v. 52, n. 3, p. 444-451, set./dez.1995.**
- DIAS, D.C.F.S. Testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de soja [*Glycine max* (L), Merrill]. Piracicaba: ESALQ, 1994. 136. (Tese-Doutorado em Fitotecnia).**
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). Recomendações técnicas para a cultura da soja na região Central do Brasil 1997/1998. Londrina: 1997. 171p. (EMBRAPA-CNPSO. Documento, 106).**
- EPSTEIN, E. Mineral nutrition of plants: principles and perspective. New York: John Wiley and Sons, 1972. 412 p.**
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. Stages of soybean development. Ames: Iowa State University, 1977. 12p. (Special Report, 80).**

- FILGUEIRAS, T.S. Seed vigor and productivity. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.16, p.851-854, 1981.
- FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja. EMBRAPA-CNPSO, 1984. 39p. (Circular Técnica, 9).
- GARCIA, R. L.; HANWAY, J. J. Foliar fertilization of soybeans during the seed filling period. *Agronomy Journal*, Washington: v. 68, n. 4, p. 653-657, July/Aug. 1976.
- GUAGGIO, J.A.; MASCARENHAS, H.A.A.; BATAGLIA, O.C. Resposta da soja à aplicação de doses crescentes de calcário em Latossolo roxo distrófico de cerrado. II. Efeito residual. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.6, n.2, p.113-118, Maio/Agosto. 1982.
- GUODONG, Z.; JINLING, W. Periodical variation and geographical distribution of protein and oil content of soybean varieties in Heilongjiang Province of China. *Soybean Genetics Newsletter*. Ames, v.16, p.41-42, 1989.
- HANNAM, R.J.; OHKI, K. Detection of Manganese Deficiency and Toxicity in Plants. In: GRAHAM, R.D.; HANNAM, R.J.; UREN, N.C., (eds.) *Manganese in soils and plant*. Dordrecht: Kluwer Academic, 1988. Cap.16. p.243-259.
- HARTWIG, E.E. Varietal development. In: CADWELL, B.E.; HOWELL, R.W.; JOHNSON, H.W., ed. *Soybeans: improvement, production and uses*. Madison: American Society of Agronomy, 1973. p.194.
- HEENAN, D.P., CAMPBELL, L.C. Soybean nitrate reductase activity influenced by manganese nutrition. *Plant and Cell Physiology*, Austrália. v. 21, n.4, p. 731-736, June. 1980
- HENNING, A. A.; FRANÇA NETO, J.B. Problemas na avaliação da germinação de sementes de soja com alta incidência de *Phomopsis* sp. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.2. n.3, p.9-22, 1980.
- HURBURGH, Jr. C.R.; BRUMM, T.J.; GUINN, J.M.; HARTWIG, R.A. Protein and oil patterns in U.S. and world soybean markets. *Journal of the Americans Oil Chemist's Society*, Champaign, v. 67, n. 12, p.887-1044, 1990.

- KOMATUDA, C.R.N.; SEDIYAMA, C.S.; NOVAIS, R.F.; MONNERAT, P.H.; NEVES, J.C.C. Comportamento de cultivares de soja sob deficiência ou excesso de manganês em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas. v.17, n.2, p.217-221, Maio/Ag. 1993.
- KRZIZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A. A. Relatos dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. *Informativo ABRATES*, Brasília, v.1, n.2, p.15-50, Mar. 1991.
- LONERAGAN, J.F. Distribution and Movement of Manganese in Plants. In: GRAHAM, R.D.; HANNAM, R.J.; UREN, N.C., ed. *Manganese in soils and plant*. Dordrecht: Kluwer Academic, 1988. Cap.8. p.113-124.
- LOPES, A. S. Solos sob "cerrado": Características, propriedades e manejo. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1984. 162 p.
- MALAVOLTA, E. Micronutrientes na adubação. (s.l.), Nutriplant Indústria e Comércio, 1986. 70 p.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 254 p. Os elementos minerais, p. 104-216.
- MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H. J. Desordens nutricionais no cerrado. Piracicaba: POTAFOS, 1985. 136 p.
- MALAVOLTA, E.; NEPTUNE, A. M. L. Características e eficiência dos adubos nitrogenados. São Paulo: SN Centro de Pesquisa e Promoção do Sulfato de Amônio, 1983. 45p. (Boletim Técnico, 2).
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. Avaliação do Estado Nutricional das Plantas : princípios e aplicações (2.ed.), Piracicaba. POTAFOS, 1997. 319 p.
- MARCOS FILHO, J. Qualidade fisiológica de sementes de soja cultivares Bragg e UFV-1 e comportamento das plantas no campo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.16, n.3, p.405-415, 1981.

- MARCOS FILHO, J., SILVA, W. R., NOVENBRE, A. D. C., CHAMA, H. M. C. P. Estudo comparativo de métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 25, n. 12, p. 1805-1815, 1990.
- MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. Avaliação da qualidade de sementes. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.
- MARQUES, E.S. Calcário e gesso na nutrição mineral e produção do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Lavras: UFLA, 1995. 66p. (Dissertação-Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- MASCARENHAS, H. A. A. ; QUAGGIO, J.A. ; HIROCE, R.; BRAGA, N.R.; MIRANDA, M. A.C.; TEIXEIRA, J.P.F. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merril) à aplicação de doses de calcário em solo Latossolo roxo distrófico de cerrado. I. Efeito imediato. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1981, Brasília. Anais... Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 1982. v.2, p.742-751.
- MASCARENHAS, H.A.A.; MIRANDA, M.A.C.; TANAKA, R.T.; FALIVENE, S.M.P; DECHEM, A.R. Comportamento de cultivares de soja em solução nutritiva contendo diferentes níveis de manganês, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.4, p.609-615, abr. 1990.
- MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T.; GALLO, P.B.; PEREIRA, J.C.V.N.A., AMBROSANO, G.M.B.; CARMELLO, Q.A.C. Efeito da calagem sobre a produtividade de grãos, óleo e proteína em cultivares precoces de soja. *Scientia Agricola*., Piracicaba, v.53, n.1, p.164-171, jan./abr. 1996.
- MASCARENHAS, H.A.A.; TEIXEIRA, J.P.F.; NAGAL, V.; TANAKA, R.T.; GALLO, P.B.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; MIRANDA, M.A.C. Rates of liming on the concentration and yield of oil and protein in soybeans. In: INTERNATIONAL MEETING ON FATS, OILS AND TECHNOLOGY, Campinas, 1991. *Proceedings*, Campinas: UNICAMP, 1991, p.157-161.
- MELLO, F.A.F. de.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R.I. COBRA NETO, A.; KIEHL, J.C. Fertilidade do solo. São Paulo: Nobel, 1983. 400 p. Cap. 14. Os micronutrientes nos solo. p. 337-373.

- MELLO, F.A.F., POSSIDIO, E.L., PEREIRA, J.R., ARAÚJO, J.P., COSTA, O.A. Efeito da adição de uréia e sulfato de amônio sobre o pH e nitrificação em um solo ácido. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, v.27, p.1-10, 1980.
- NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R. Desempenho de sementes de soja originárias de culturas estabelecidas em diferentes épocas. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília. v.6, n.3, p.61-76, 1984.
- NOVAIS, R.F.; NEVES, J.L.C.; BARROS, N.F. e SEDIYAMA, A. T. Deficiência de manganês em plantas de soja cultivadas em solos de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.13, n.2, p.199-204, Jan./Abr. 1989.
- OLIVEIRA JUNIOR, J.A. Efeitos do manganês sobre a soja em solução nutritiva e em solo do cerrado do triângulo mineiro. Piracicaba: CENA-USP, 1996. 69p. (Dissertação - Mestrado em Energia Nuclear na Agricultura).
- OLIVEIRA, M.W.; SEDIYAM, C.S.; NOVAIS, R.F.; SEDIYAMA, T. Crescimento de cultivares de soja em condições de baixa disponibilidade e manganês no solo. II. Concentração e alocação do manganês. *Revista Ceres*, Viçosa, v.44, n.251, p.43-52, Jan./Fev. 1997.
- PANOBIANCO, M. Variação na condutividade elétrica de sementes de diferentes genótipos de soja e relação com o conteúdo de lignina no tegumento. Jaboticabal: FCAVJ/UNESP, 1997. 59p. (Dissertação - Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes).
- PEDERSEN, L.H.; JORGENSEN, P.E.; POULSEN, I. Effects of seed vigour and dormancy on field emergency, development and grain yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.), and winter barley (*Hordeum vulgare* L.). *Seed Science & Technology*, Zurich. v.21, n.1, p.159-178, Oct. 1993.
- PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 11.ed. Piracicaba: Nobel, 1985. 466p.
- PRETE, C.E.C.; CÍCERO, S.M.; FOLEGATI, M.V. Emergência de plântulas de soja no campo e sua relação com a embebição e condutividade elétrica das sementes. *Semina*, Londrina, v.15, n.1, p.32-37, 1994.

- PRIMAVESI, O. Resultados de Nitrofoska foliar em diversas culturas no Brasil. In: SIMPÓSIO DE ADUBAÇÃO FOLIAR, 1, 1980, Botucatu, Resumos... Botucatu: 1980. p. 73-95.
- RAIJ, B. van. Geoquímica dos micronutrientes. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. da. **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: POTAFOS; CNPq, 1991. p. 99-111.
- RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A. M.C., eds. **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**, 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 1996. 285p.
- RAIJ, B. van.; DIEST, A. van. Utilization of phosphate from different sources by six plant species. *Plant Soil*, Londres. v.51, n.4, p. 577-589, May. 1979.
- RANDALL, G.W.; SCHULTE, E.E.; COREY, R.B. Effect of soil and foliar-applied manganese on the micronutrient content and yield of soybean. *Agronomy Journal*, Madison, v.67, n.4, July-August, p.502-507. 1975.
- REIS, W.J.P.; ROCHA, V.S.; REZENDE, S.T. Correlação entre a evolução de n-hexanal e aldeídos totais e a germinação e vigor de sementes de soja. *Revista Ceres*, Viçosa, v.36, n.203, p.27-37, Jan./Fev. 1989.
- RITCHEY, K.D.; URBEN, F.G. e SPEHAR, C.R. Deficiência de manganês induzida por doses excessivas de calcário em um Latossolo Vermelho-Escuro, antes sob vegetação de cerrado. In: Seminário Nacional de Pesquisa de Soja, 2.; *Anais...*, Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1982. p. 541-544.
- SEDIYAMA, T. PEREIRA, M.G., SEDIYAMA, C.S., GOMES, J.L.L. **Cultura da soja (I parte)**. Viçosa: UFV. 1996. 96p.
- SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F. da; THIÉBAUT, J.T.L.; REIS, M.S.; FONTES, L.A.N.; MARTINS, O. Influência da época de semeadura e do retardamento da colheita sobre a qualidade das sementes e outras características agronômicas das variedades de soja UFV-1 e UFV-2, em Capinópolis, Minas Gerais. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, Brasília. *Anais...* Londrina: Embrapa-CNPSO, 1982, v.1, p.645-660. (Embrapa-CNPSO. Documentos, 1).
- SFREDO, G.J. **Estudo de micronutrientes na cultura da soja em um Latossolo Roxo eutrófico argiloso de Londrina, PR. 1994 - Relatório de pesquisa em andamento - EMBRAPA-CNPSOja.**

- SOUZA, L.H. Efeito do pH da rizosfera de plantas de soja inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* na absorção de boro, cobre, ferro, manganês e zinco. Viçosa: UFV. 1996. 64p. (Tese – Doutorado em Fitotecnia).
- SPARROW, L.A.; UREN, N.C. Oxidation and reduction of Mn in acidic soils: effect of temperature and soil pH. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford. v.19, n.2, p. 143-148, Aug. 1987.
- TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A. Soja: nutrição, correção do solo e adubação. Campinas: Fundação Cargill, 1992. 60p. (Boletim Técnico, 7).
- TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A. Teores e produtividade de óleo e proteína de soja devido à aplicação de calcário e de gesso agrícola. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO LATINO AMERICANO SOBRE PROCESSAMENTO DE ÓLEO E GORDURA, Campinas, 1995. Anais. Campinas: UNICAMP, 1995. p.207-210.
- TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; BULISANI, E.A. Manganese Deficiency in Soybeans Induced by Excess Lime. *Better Crops International*, Piracicaba, v.9, n.2, p.7, Dec. 1993.
- TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; D'ARCE, M.A.B.R.; GALLO, P.B. Concentração e produtividade de óleo e proteína de soja em função da adubação potássica e da calagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. v.30, n4, p.463-469, Abr. 1995.
- TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; MIRANDA, M.A.C. de.; DEGASPARI, N.; CARMELLO, Q.A. de C. Deficiência nutricional em soja cultivada em solo de cerrado devido a incorporação superficial do calcário. *O Agrônomo*, Campinas. v.41, n.3, p.231-241, Set./Dez. 1989.
- TISDALE, S.L.; NELSON, L.W.; BEATON, J.D. *Soil fertility and fertilizers*. 4. ed. New York: MacMillan, 1985. Cap. 9. Micronutrients and other beneficial elements in soils and fertilizers. p.350-413.
- VALADARES, J.M.A. da S.; CAMARGO, O. A. de. Manganês em solos do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 7, n.2, p. 123-130, Maio/Agosto. 1983.
- VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. de. *Testes de Vigor em Sementes*. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

**VIEIRA, R.D.; ARANHA, L.R.S.; ATHAIDE, M.L.F.; BANZATTO, D.A.**  
Produção, características agronômicas e qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Científica*, São Paulo, v.15, n.1/2, p.127-136, 1987.

**WILSON, D.O. ; BOSWELL, F.C.; OHKI, K.; PARKER, M.B.; SHUMAN, L.M.; JELLUM, M.D.** Changes in Soybean Seed Oil and Protein as Influenced by Manganese Nutrition. *Crop Science: Madison*, v.22, n.5, p. 948-952, Sept./Oct. 1982.

... ..

... ..

## **ANEXOS**

TABELA 1A. Resumo das análises de variância, quadrados médios (Q.M.) e respectivos graus de liberdade (G.L.) e níveis de significância<sup>1</sup>, referentes às variáveis teor de proteína (%) e teor de óleo (%) das sementes. UFLA – Lavras-MG, 1999.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.		
		Proteína	Óleo	
Bloco	2	0,2938 ns	2	0,1388 ns
Cultivar (C)	1	182,9102**	1	10,7984**
Tratamento (T)	17	8,1333**	17	3,4827**
T dentro Conquista	17	3,7721**	17	2,2205**
T dentro Garimpo	17	5,5019**	17	1,9575**
Resíduo	70	0,5438	70	0,2475
C.V.		1,91		2,36
Média Geral		38,59		21,05

1 ns, \* e \*\* ( não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% pelo teste de F, respectivamente).

TABELA 2A. Resumo das análises de variância, quadrados médios (Q.M.) e respectivos graus de liberdade (G.L.) e níveis de significância<sup>1</sup>, referentes às variáveis índice de velocidade de emergência (I.V.E.), antes e após o envelhecimento das sementes. UFLA – Lavras-MG, 1999.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.		
		I.V.E.		
		Antes	Após	
Bloco	2	2,5906**	2	1,3136*
Cultivar (C)	1	1,5408**	1	17,6823**
Tratamento (T)	17	0,0575 ns	17	1,6947**
T dentro Conquista	17	0,0403 ns	17	0,6386**
T dentro Garimpo	17	0,0943 ns	17	1,9575**
Resíduo	70	0,0545	70	1,5586
C.V.		3,57		7,84
Média Geral		6,55		6,90

1 ns, \* e \*\* ( não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% pelo teste de F, respectivamente).

TABELA 3A. Resumo das análises de variância, quadrados médios (Q.M.) e respectivos graus de liberdade (G.L.) e níveis de significância<sup>1</sup>, referentes às variáveis emergência em campo (E.C.), antes e após o envelhecimento das sementes. UFLA – Lavras-MG, 1999.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E.C.	
			Antes	Após
			G.L.	Q.M.
Bloco	2	0,426 ns	2	194,7870*
Cultivar (C)	1	69,4404*	1	3008,3333*
Tratamento (T)	17	5,0502 ns	17	168,2723*
T dentro Conquista	17	2,6235 ns	17	105,0937**
T dentro Garimpo	17	9,7192 ns	17	103,1982**
Resíduo	70	6,1041	70	27,9299
C.V.		2,59		6,44
Média Geral		95,43		82,02

1 ns, \* e \*\* ( não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% pelo teste de F, respectivamente).

TABELA 4A. Resumo das análises de variância, quadrados médios (Q.M.) e respectivos graus de liberdade (G.L.) e níveis de significância<sup>1</sup>, referentes às variáveis germinação (G.), antes e após o envelhecimento, e condutividade elétrica de massa (C.E.) das sementes. UFLA – Lavras-MG, 1999.

Causas de Variação	G.		C.E.			
	Antes	Após	G.L.	Q.M.		
	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.		
Bloco	2	39,7315*	2	1,6944 ns	2	136,3758**
Cultivar (C)	1	120,3333*	1	330,7500*	1	192,2668**
Tratamento (T)	17	4,2854 ns	17	17,0637*	17	190,6004*
T dentro Conquista	17	6,2930 ns	17	14,7157*	17	99,7352**
T dentro Garimpo	17	3,2865 ns	17	16,5882*	17	181,6205**
Resíduo	70	6,0172	70	4,0849	70	40,4152
CV		2,67		2,34		10,08
Média Geral		91,96		86,42		63,10

1 ns, \* e \*\* ( não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% pelo teste de F, respectivamente).

**TABELA 5A.** Resumô das análises de variância, quadrados médios (Q.M.) e respectivos graus de liberdade (G.L.) e níveis de significância<sup>1</sup>, referentes às variáveis altura (ALT.), inserção da primeira vagem (INS.) e acamamento das plantas (ACAM.). UFLA - Lavras-MG, 1999.

Causas de Variação	ALT.		INS.		ACAM.	
	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.
Bloco	2	37,3186**	2	0,7493 ns	2	0,6458**
Cultivar (C)	1	123,0934*	1	763,7393*	1	3,5208*
Tratamento (T)	17	20,9608**	17	4,4017 ns	17	1,0061*
T dentro Conquista	17	2,7394 ns	17	3,0566 ns	17	0,5882*
T dentro Garimpo	17	31,5654*	17	3,6526 ns	17	0,5024*
Resíduo	70	9,5467	70	3,0940	70	0,1673
C.V.		3,16		8,27		20,88
Média Geral		97,91		21,28		1,96

1 ns, \* e \*\* ( não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% pelo teste de F, respectivamente).

**TABELA 6A.** Resumo das análises de variância, quadrados médios (Q.M.) e respectivos graus de liberdade (G.L.) e níveis de significância<sup>1</sup>, referentes às variáveis vagem por planta (VAG.), e estande final (ESTANDE). UFLA - Lavras-MG, 1999.

Causas de Variação	VAG.		ESTANDE	
	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.
Bloco	2	8,1753 ns	2	12,9537 ns
Cultivar (C)	1	1989,1875*	1	50,7037 ns
Tratamento (T)	17	141,0747*	17	63,3834 ns
T dentro Conquista	17	70,4376*	17	57,8529 ns
T dentro Garimpo	17	81,5130*	17	33,5871 ns
Resíduo	70	10,2787	70	38,6585
C.V.		7,84		4,87
Média Geral		40,91		127,63

1 ns, \* e \*\* ( não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% pelo teste de F, respectivamente).

**TABELA 7A. Resumo da análise de variância, quadrado-médio (Q.M.) e respectivo grau de liberdade (G.L.) e nível de significância<sup>1</sup>, para o teor de manganês no tecido foliar (mg/kg). UFLA - Lavras-MG, 1999.**

Causas de Variação	G.L.	Q.M.
		Mn foliar
Bloco	2	0,6307 ns
Cultivar (C)	1	0,0373*
Tratamento (T)	17	0,0000**
T dentro Conquista	17	0,0000**
T dentro Garimpo	17	0,0000**
Resíduo	70	12,3970
C.V.		13,97
Média Geral		25,20

1 ns, \* e \*\* ( não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% pelo teste de F, respectivamente).

**TABELA 8A. Resumo das análises de variância, quadrados médios (Q.M.) e respectivos graus de liberdade (G.L.) e níveis de significância<sup>1</sup>, referentes às variáveis peso de 100 sementes (P100) e umidade das sementes (U%). UFLA - Lavras-MG, 1999.**

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.
		P100 (g)		U (%)
Bloco	2	2,3644**	2	0,0237 ns
Cultivar (C)	1	668,5156**	1	29,4220**
Tratamento (T)	17	0,7793**	17	0,2104 ns
T dentro Conquista	17	0,5250*	17	0,1847 ns
T dentro Garimpo	17	0,4981*	17	0,3240 ns
Resíduo	70	0,2990	70	0,1786
C.V.		3,15		3,75
Média Geral		17,36		11,27

1 ns, \* e \*\* ( não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% pelo teste de F, respectivamente).

**TABELA 9A. Valores médios do grau de umidade (U%) e do peso de 100 sementes (P100), das sementes de duas cultivares de soja, em função dos tratamentos aplicados. UFLA - Lavras, Minas Gerais, 1999.**

Tratamentos	U(%)		P100 (g)	
	Conquista	Garimpo	Conquista	Garimpo
Testemunha	11,55 a	10,89 a	19,2 b	13,9 b
3,5kg Mn/sulco	12,15 a	10,54 a	19,2 b	14,7 a
7,0kg Mn/sulco	11,96 a	10,60 a	20,3 a	15,4 a
150g Mn (V4)	11,92 a	10,47 a	19,1 b	14,6 a
300g Mn (V4)	11,64 a	10,52 a	19,1 b	15,0 a
450g Mn (V4)	11,48 a	10,63 a	19,2 b	14,6 a
600g Mn (V4)	11,85 a	10,56 a	20,3 a	15,1 a
150g Mn (V8)	11,72 a	11,03 a	20,0 a	15,1 a
300g Mn (V8)	12,05 a	10,64 a	20,1 a	14,8 a
450g Mn (V8)	11,90 a	11,12 a	20,0 a	14,8 a
600g Mn (V8)	11,52 a	11,03 a	20,0 a	14,9 a
150g Mn (V10)	11,63 a	10,50 a	19,7 a	15,1 a
300g Mn (V10)	11,98 a	11,05 a	20,4 a	14,7 a
450g Mn (V10)	11,58 a	10,68 a	20,3 a	15,1 a
600g Mn (V10)	11,62 a	10,56 a	19,8 a	14,9 a
150+150gMn (V4/V8)	11,69 a	10,79 a	20,1 a	14,7 a
225+225gMn (V4/V8)	11,89 a	10,56 a	20,5 a	15,2 a
300+300gMn (V4/V8)	11,66 a	10,76 a	20,0 a	15,2 a
<b>Médias</b>	<b>11,77</b>	<b>10,72</b>	<b>19,9</b>	<b>14,9</b>
<b>C.V.</b>	<b>3,75</b>		<b>3,15</b>	

Médias da mesma coluna seguidas pela mesma letra, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott



FIGURA 1A. Sintomas de deficiência de manganês observados no cultivar Garimpo (testemunha), e parcela com coloração normal ( 7,0kg Mn/ha aplicado no sulco de plantio). UFLA - Lavras-MG, 1999.

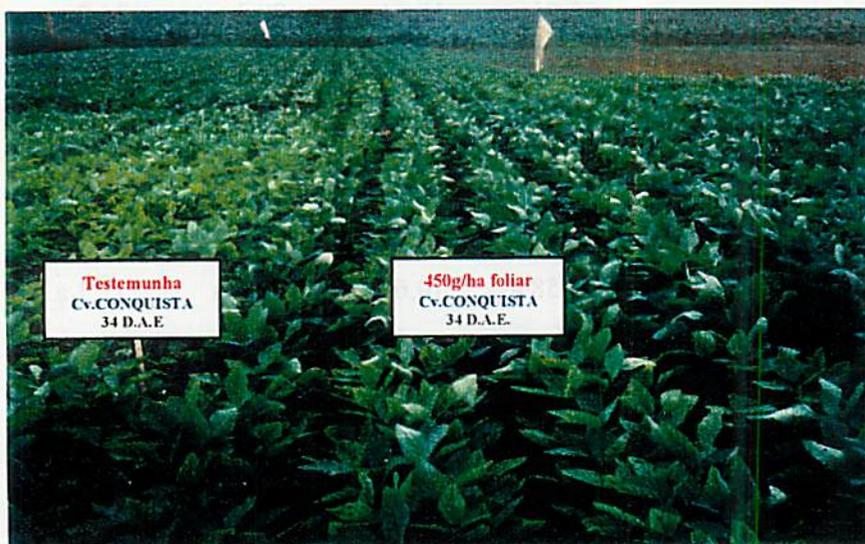


FIGURA 2A. Sintomas de deficiência de manganês no cultivar Conquista (testemunha), e folhas com coloração normal após 10 dias da aplicação de 450g de Mn/ha via foliar. UFLA - Lavras-MG, 1999.



