

Campus  
Sudeste  
UnU - Ipameri



Universidade  
Estadual de Goiás



**Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal**

**ADUBAÇÃO COM MANGÂNES EM CULTIVARES DE SOJA: EFEITO  
DE DOSES E FONTES APLICADAS VIA FOLIAR**

**ALEXANDRE GARCIA REZENDE**

**MESTRADO**

**Ipameri-GO**

**2021**

**ALEXANDRE GARCIA REZENDE**

**ADUBAÇÃO COM MANGÂNES EM CULTIVARES DE SOJA: EFEITO  
DE DOSES E FONTES APLICADAS VIA FOLIAR**

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Mariana Pina da Silva Berti

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade - Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri

2021

G467a

Garcia Rezende , Alexandre

ADUBAÇÃO COM MANGÂNES EM CULTIVARES DE SOJA:  
EFEITO

DE DOSES E FONTES APLICADAS VIA FOLIAR / Alexandre  
Garcia Rezende ; orientador Mariana Pina da Silva Berti. -- Cristalina,  
2021.

29 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação  
Mestrado Acadêmico em Produção Vegetal) -- Unidade de Ipameri,  
Universidade Estadual de Goiás, 2021.

1. Nutrição Mineral de Plantas . I. Pina da Silva Berti, Mariana , orient.  
II. Título.

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

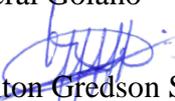
**TÍTULO:** “ADUBAÇÃO COM MANGÂNES EM CULTIVARES DE SOJA: EFEITO DE DOSES E FONTES APLICADAS VIA FOLIAR”

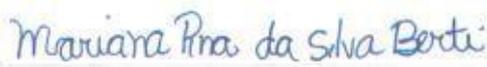
**AUTOR(A):** Alexandre Garcia Rezende

**ORIENTADOR(A):** Mariana Pina da Silva Berti

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE(A) EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:

  
Prof.ª Dr.ª Carmen Rosa da Silva Curvelo  
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

  
Prof. Dr. Cleiton Gredson Sabin Benett  
Universidade Estadual de Goiás/Unidade Universitária Ipameri-GO

  
Prof.ª Dr.ª Mariana Pina da Silva Berti (Orientadora)  
Universidade Estadual de Goiás/Unidade Universitária Ipameri-GO

Registro de Declaração

Número: 093

Livro: R01 Folhas: 2

Data: 01/03/2021



2021

Data da realização: 01 de março de



## **DEDICATÓRIA**

Especialmente aos meus avós maternos, Hamilton Peixoto dos Santos (in memorian) e Delvina Garcia, que em todos momentos de vida me apoiaram, incentivaram e me fizeram perseverar em busca dos meus objetivos, por essa razão dedico toda minha gratidão e amor a vocês eternamente.

Em especial também a toda minha família, agradeço o apoio e incentivo de todos que de alguma forma contribuíram em qualquer aspecto de minha vida.

Com todo amor e carinho,

Dedico

## AGRADECIMENTO

A Deus, que sempre esteve ao meu lado, nas minhas quedas, nas minhas fraquezas, nas lutas e controvérsias, vitórias e derrotas. Obrigada por permitir a realização de mais um sonho. Obrigado pela vida!

A Professora Doutora Mariana Pina da Silva Berti, pela confiança e acreditar no meu potencial, pela paciência na transferência dos ensinamentos e orientação nos trabalhos desenvolvidos.

À Universidade Estadual de Goiás - Campus de Ipameri, seu corpo docente e funcionários e pela valiosa oportunidade proporcionada para a realização desse curso. Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pelos ensinamentos e amizade.

À Fazenda de Capão Grande, assim como todos os colaboradores, pela concessão da área experimental e condições para a realização desse trabalho.

Aos professores da banca examinadora desse trabalho, pelas sugestões.

Aos meus amigos Anderson Dias Vaz de Souza, Fernanda Pires Alvarenga e Westefann dos Santos Sousa, por todo apoio no desenvolvimento desse trabalho e por cada momento vivido.

Ao Professor Doutor Adilson Pelá, pelo auxílio na coleta e análise dos dados no Laboratório de Fertilidade do Solo e Física do Solo.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela amizade. Aos grandes amigos: não cito nomes para não ser injusto com aqueles que me auxiliaram até onde cheguei, por serem tão especiais.

Àquelas pessoas que, embora seus nomes não estejam citados, porém jamais serão esquecidos, pela amizade, carinho, respeito ou pelo simples convívio ao longo desses anos e que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização desse trabalho.

## SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	3
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	4
3.1. DESENHO EXPERIMENTAL.....	4
3.2. AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DAS PLANTAS.....	5
3.3. CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS....	5
3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	6
4. RESULTADOS.....	7
5. DISCUSSÃO.....	13
6. CONCLUSÕES.....	17
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18

## RESUMO

O manganês (Mn) é um micronutriente devido ser demandado em pequenas quantidades, porém é essencial para as plantas, desempenhando importantes papéis em diferentes processos vitais como fotoxidação da água no Fotossistema II e é um cofator enzimático, sendo responsável pela ativação de mais de 35 diferentes enzimas. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar os efeitos das aplicações de Manganês via foliar nos aspectos produtivos e nutricionais da soja. O trabalho foi desenvolvido no ano agrícola 2019/20, sendo conduzido na Fazenda Capão Grande no município de Cristalina, Goiás. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo. Após a análise do solo, não se realizou a correção do pH, somente adubação de acordo com recomendações técnicas para a cultura. As cultivares CD2728IPRO e M7739IPRO foram semeadas em sete de novembro de 2019. Em todo o experimento adotou-se esquema fatorial  $(5 \times 3) + 1$ , sendo o primeiro fator correspondente as doses, o segundo as fontes e um adicional sem aplicação do nutriente via foliar. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. As fontes Mn utilizadas foram sulfato de Mn, Mn quelatizado com EDTA e óxido de Mn moído em partículas de escala micrométrica em suspensão. As doses de Mn testadas foram de 25%, 50%, 75%, 100% e 125% da dose recomendada de  $350 \text{ g ha}^{-1}$  de Mn. Cada unidade experimental foi composta por quatro linhas de 6 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m. As duas linhas centrais foram consideradas úteis, menos 0,5 m em cada extremidade. Aplicação de manganês via foliar influenciou os teores foliares e nos grãos desse micronutriente na cultura da soja. Porém as características agronômicas da soja não se alteram significativamente quanto submetidas a aplicações de manganês via foliar. As duas cultivares de soja, apresentaram respostas distintas a aplicações de manganês via foliar. O peso de mil grãos e a altura de inserção da primeira vagem na cultivar M7739IPRO, sofreram influência das doses de manganês aplicados via foliar.

**Palavras-chave:** Micronutriente; Nutrição de plantas; *Glycine max*; Produtividade.

## ABSTRACT

Manganese (Mn) is a micronutrient because it is demanded in small quantities, but it is essential for plants, playing important roles in different vital processes such as water photooxidation in Photosystem II and is an enzymatic cofactor, responsible for the activation of more than 35 different enzymes. The objective of this study was to evaluate the effects of applications of Manganese via leaf on the productive and nutritional aspects of soy. The work was developed in the agricultural year 2019/20, being conducted at Fazenda Capão Grande in the municipality of Cristalina, Goiás. The soil of the experimental area is classified as Red-Yellow Latosol. After soil analysis, pH correction was not carried out, only fertilization according to technical recommendations for the crop. The cultivars CD2728IPRO and M7739IPRO were sown on November 7, 2019. Throughout the experiment, a factorial scheme (5 x 3) + 1 was adopted, with the first factor corresponding to the doses, the second the sources and an additional one without application of the nutrient via leaf. The design used was in randomized blocks, with four replications. The sources Mn used were Mn sulfate, Mn chelated with EDTA and Mn oxide ground into particles of micrometric scale in suspension. The doses of Mn tested were 25%, 50%, 75%, 100% and 125% of the recommended dose of 350 g ha<sup>-1</sup> of Mn. Each experimental unit was composed of four lines 6 m long, spaced 0.50 m apart. The two central lines were considered useful, minus 0.5 m at each end. Application of manganese via leaf influences the levels of leaves and grains of this micronutrient in soybean culture. However, the agronomic characteristics of soybeans do not change significantly when submitted to applications of manganese via leaf. The two soybean cultivars showed different responses to applications of manganese via leaf. The weight of a thousand grains and the height of insertion of the first pod in cultivar M7739IPRO, were influenced by the doses of manganese applied via leaf.

**Key-words:** Micronutrient; Plant nutrition; *Glycine max*; Productivity.

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.)) apresenta grande importância para a economia brasileira e mundial. Destacando-se, em decorrência de sua variada utilização, já que pode ser destinada para consumo humano, fabricação de ração, biocombustíveis, como matéria prima na indústria farmacêutica, cosmética e para outras finalidades (SEDIYAMA et al., 2015).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de soja. O grão é importante fonte de alimento em vários países e fonte de energia renovável (GESTEIRA et al., 2015). A soja é a cultura de maior importância econômica no país, com área plantada, totalizando 36.950 milhões de hectares e uma produtividade média de 3.379 kg ha<sup>-1</sup> na safra 2019/2020 (CONAB, 2020).

O manganês (Mn) é um micronutriente devido ser demandado em pequenas quantidades, porém é essencial para as plantas, desempenhando importantes papéis em diferentes processos vitais. No metabolismo vegetal o Mn pode atuar tanto como nutriente quanto elemento tóxico, dependendo apenas dos teores disponíveis nos tecidos. O Mn é absorvido pelas plantas na forma de íon (Mn<sup>2+</sup>), no entanto, dentro das células vegetais, o íon bivalente pode ser facilmente convertido nas formas trivalente (Mn<sup>3+</sup>) ou tetravalente (Mn<sup>4+</sup>). Esta característica permite ao Mn desempenhar importante função em processos metabólicos de oxirredução, como os que ocorrem no transporte de elétrons na fotossíntese (MOUSAVI et al., 2011).

De acordo com Millaleo et al. (2010), a principal função do Mn na fotossíntese está relacionada ao sistema de fotoxidação da água no Fotossistema II (FSII). Ele ainda é cofator da enzima SOD (Superóxido Dismutase), responsável pela eliminação dos radicais livres presentes, atuando como defensor contra o estresse oxidativo, que são prejudiciais às plantas (MILLALEO et al., 2010). O Mn também possui outras funções nas plantas, das quais pode ser citada a atuação como cofator enzimático, sendo responsável pela ativação de mais de 35 diferentes enzimas envolvidas em reações de oxidação, carboxilação, metabolismo de carboidratos, reações com fósforo e no ciclo do ácido cítrico (MOUSAVI et al., 2011).

Dentro das limitações de fertilidade impostas pelo solo das áreas de cerrado está o baixo teor de manganês disponível, existindo a possibilidade de ocorrer deficiência desse nutriente em cerca de 1/3 dos solos desta região, principalmente nos estados de Goiás, Minas Gerais e no Distrito Federal. A deficiência de manganês (Mn) é frequente nos diferentes solos do mundo naturalmente alcalinos, já no caso do Brasil, solo ácidos que receberam aplicação excessiva de

calcário (MOUSAVI et al., 2011). Além disso, com o cultivo intenso de áreas agrícolas e o uso de adubos formulados com baixa concentração de micronutrientes, tem intensificado o aparecimento de deficiência nas culturas agrícolas (FELISBERTO, 2018).

Nestas condições, à adubação com Mn via solo pode apresentar baixa eficiência, devido as formas solúveis de manganês passarem rapidamente a formas não solúveis no solo (VALADARES et al., 2014). A aplicação foliar se apresenta como uma alternativa para fornecer o micronutriente de forma eficiente e de rápida absorção (ZAYED et al., 2011), também possui menor custo de aplicação (YASSEN et al., 2010).

Outra justificativa para o uso de aplicações foliares, é o fato que cultivares de soja com resistência ao glifosate, apresentam menor eficiência de absorção de alguns micronutrientes, principalmente do Mn (MOREIRA et al., 2016). O uso de fontes com maior eficiência de absorção pela soja, é de suma importância para o alcance de altas produtividades.

Dentre as fontes de micronutrientes disponíveis no mercado para aplicação foliar citam-se os sais (sulfatos e cloretos), os quelatizados (sulfatos ou cloreto com quelantes como EDTA) e os óxidos micronizados ou nanoparticulados (KHALEDIAN et al., 2014; PRATO e GÓMEZ, 2014). As fontes de micronutrientes diferem quanto à solubilidade, translocação na planta, retenção pela cutícula com a possível perda do nutriente pelas chuvas e eficiência na disponibilização do nutriente específico, além de questões econômicas, frente à grande disponibilidade e variabilidade de fertilizantes (BENETT et al., 2012).

Outro fator importante a se considerar, é o grande avanço genético que houve na soja nos últimos anos, com inúmeros lançamentos de cultivares no mercado, fazendo se necessário uma análise do comportamento dessa cultivares ao fornecimento do Mn via foliar, já que a resposta da soja à aplicação de micronutrientes varia em função do genótipo utilizado (LOECKER et al., 2010).

Conhecendo a importância socioeconômica da soja, as funções fundamentais desempenhadas pelo manganês nas plantas e a variação de resposta em função do genótipo, tornam-se cada vez mais importantes pesquisas para potencializar a utilização desse micronutriente na cultura da soja, com o objetivo de buscar o máximo desempenho produtivo da cultura e acompanhamento de resposta de novas cultivares.

## **2 OBJETIVO**

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar os efeitos das aplicações de Manganês via foliar nos aspectos produtivos e nutricionais da soja.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Desenho experimental

O trabalho foi desenvolvido no ano agrícola 2019/20, sendo conduzido na Fazenda Capão Grande no município de Cristalina, Goiás, Brasil, localizada às margens da Rodovia GO 436, km 10 (16°38'18,4'' S e 47°38'29,8'' W). Esta região possui clima Aw, de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado por clima tropical úmido, com verão chuvoso e inverno seco. O solo da área experimental é de textura argilosa (450 g kg<sup>-1</sup> de argila), com vinte anos de cultivo, considerado solo de alta fertilidade, constatado por sua análise química: pH em CaCl<sub>2</sub> - 5,5; P (Mehlich<sup>-1</sup>) - 10,2 mg dm<sup>-3</sup>; K (DTPA) - 116 mg dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> (KCl) - 3,1 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> (KCl) - 1,1 cmolc dm<sup>-3</sup>; H+Al (tampão SMP) - 2,6 cmolc dm<sup>-3</sup>; T - 8,40 cmolc dm<sup>-3</sup>; MO - 35g kg<sup>-1</sup>; V - 55%; B (Água quente) - 0,18 mg dm<sup>-3</sup>; Cu (DTPA) - 1,0 mg dm<sup>-3</sup>; Fe (DTPA) - 3,2 mg dm<sup>-3</sup>; Mn (DTPA) - 1,1 mg dm<sup>-3</sup>; Zn (DTPA) - 1,0 mg dm<sup>-3</sup>. Após a análise do solo, não se realizou a correção do pH, somente adubação de acordo com recomendações técnicas para a cultura (PROCHNOW et al., 2010).

Foi utilizado 120 kg ha<sup>-1</sup> de Cloreto de Potássio (KCl) à lanço aos 10 dias antes da semeadura. As cultivares CD2728IPRO (ciclo precoce) e M7739IPRO (semi-precoce) foram semeadas em sete de novembro de 2019, com 200 kg ha<sup>-1</sup> de adubo do formulado 06-48-00 e com uma adição de 1,5 kg ha<sup>-1</sup> de Boro. As sementes foram submetidas ao tratamento com Standak Top e à inoculação de *Bradyrhizobium japonicum*, na proporção mínima de 12x10<sup>5</sup> células da bactéria por semente. Os tratos culturais foram a aplicação do herbicida com princípio ativo Glifosato na dose de 1,5 kg ha<sup>-1</sup>, quarenta dias após a emergência. Foram realizadas três aplicações de fungicidas na dose de 0,3 L ha<sup>-1</sup> (Approach Prima, Fox e Horos), seguindo a recomendação determinada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (2011). O inseticida, Acefato foi aplicado na dose de 1 kg ha<sup>-1</sup> e no momento em que os percevejos alcançaram seu nível de controle de dois indivíduos por pano de batida, realizando-se duas aplicações durante o ciclo da cultura.

Em todo o experimento adotou-se esquema fatorial (5 x 3) + 1, sendo o primeiro fator correspondente as doses, o segundo as fontes e um adicional sem aplicação do nutriente via foliar. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. As fontes Mn utilizadas foram sulfato de Mn, Mn quelatizado com EDTA e óxido de Mn moído em

partículas de escala micrométrica em suspensão. As doses de Mn testadas foram de 25%, 50%, 75%, 100% e 125% da dose recomendada de 350 g ha<sup>-1</sup> de Mn diluídos em 200 L de água (EMBRAPA, 2006).

Cada unidade experimental foi composta por quatro linhas de seis metros de comprimento, espaçadas de 0,50 m. As duas linhas centrais foram consideradas úteis, menos 0,5 m em cada extremidade.

A aplicação dos tratamentos foi realizada com auxílio de pulverizador costal manual, equipado com ponta leque 11002 e regulador de pressão, com volume de calda de 150 L ha<sup>-1</sup>. Realizou-se duas aplicações foliares do micronutriente, sendo a primeira quando as plantas de soja encontravam-se no estágio V4 (três trifólios expandidos e o quarto não tocando os bordos) e a segunda em R1 (50 % das plantas com pelo menos uma flor), aplicando-se o total das doses preconizadas de cada tratamento em cada estágio.

### **3.2 Avaliação do estado nutricional das plantas**

No estágio R2 (florescimento pleno) de cada cultivar, foram coletados na área útil de cada parcela, oito folhas totalmente desenvolvida, sendo esta a 3<sup>a</sup> folha do ápice na haste principal, conforme metodologia descrita por RAIJ et al. (1996). No total, aleatoriamente foi coletado em cada tratamento trinta e duas folhas, as quais foram levadas ao laboratório, lavadas com água corrente e detergente a 1% e posteriormente em água destilada e deionizada, também foram coletadas amostras dos grãos produzidos em cada tratamento. Os materiais foram acondicionados em sacos de papel e colocado para secar em estufa de circulação e renovação de ar forçado a 60-70 °C até massa constante. Após secos, as folhas e os grãos foram moídos, em moinho tipo Willey, para determinação do teor de Mn, de acordo com a metodologia de Malavolta et al. (1997).

### **3.3 Características agronômicas e produtividade de grãos**

No estágio R8, foi realizada a coleta de material para avaliação das características agronômicas e produtividade de grãos das cultivares. Para as avaliações foram coletadas uma amostra aleatória de dez plantas seguidas em uma das duas linhas centrais de cada parcela.

Essas plantas, após a identificação, foram levadas ao laboratório para as avaliações de altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, números de vagens e número de grãos por planta. Para estimar a produtividade de grãos, foi coletada, dentro da área útil da parcela, uma amostra com todas as plantas contidas em duas linhas de cinco metros de comprimento. Estas plantas, após serem secas ao sol, foram trilhadas manualmente e os grãos obtidos foram abanados para retirar as impurezas e acondicionados em sacos de papel. Com auxílio de uma balança, foi obtida a massa dos grãos de cada amostra, sendo os dados transformados em  $\text{kg ha}^{-1}$ . Logo após, foi retirado uma amostra de grãos de cada saquinho para determinação da umidade (método da estufa -  $105 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}/24$  horas), para posterior correção da massa da produção obtida à 13% de umidade (base úmida). Simultaneamente à avaliação de produtividade, foi realizada a determinação da massa de mil grãos. Para isso, em cada amostra foi contado à respectiva quantidade de grãos, que foram pesadas em uma balança de precisão (0,01g). O valor obtido também foi corrigido para 13% de umidade (base úmida).

### **3.4 Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão realizadas com o auxílio do software R Core Team (2019).

## 4 RESULTADOS

As análises de variância para todas as variáveis analisadas, foram realizadas separadamente para cada cultivar utilizada e encontram-se na Tabela 1 e 2. A análise de variância mostra que para a cultivar M7739IPRO a aplicação de Mn via foliar sobre as características altura de planta, número de vagens, número de grãos e produtividade de grãos não apresentou interação significativa entre os fatores, para doses a análise de regressão se demonstrou significativa para as variáveis altura de inserção da primeira vagem e peso médio de mil grãos. As variáveis teor de Mn na folha e teor de manganês no grão obtiveram interação significativa entre fonte e dose (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para as variáveis altura de inserção da primeira vagem (AIPV), altura de planta (AP), número de vagens (NV), número de grãos (NG), peso médio de mil grãos (PMG), produtividade de grãos (PROD), teor de manganês na folha (TMF) e teor de manganês no grão (TMG) da cultivar M7739IPRO em função das fontes (F) e doses (D) de manganês aplicado via foliar, Fazenda Capão Grande, Cristalina, GO.

Fonte de variação	Quadrado Médio							
	AIPV	AP	NV	NG	PMG	PROD	TMF	TMG
Fontes	0,491 <sup>ns</sup>	25,54 <sup>ns</sup>	104,3 <sup>ns</sup>	74,54 <sup>ns</sup>	30,51 <sup>ns</sup>	61211 <sup>ns</sup>	2905,04 <sup>**</sup>	468,70 <sup>**</sup>
Doses	4,427 <sup>**</sup>	68,56 <sup>ns</sup>	15,82 <sup>ns</sup>	65,45 <sup>ns</sup>	172,61 <sup>**</sup>	702776 <sup>ns</sup>	532,44 <sup>**</sup>	448,37 <sup>**</sup>
F x D	0,743 <sup>ns</sup>	25,48 <sup>ns</sup>	8,005 <sup>ns</sup>	67,48 <sup>ns</sup>	84,54 <sup>ns</sup>	350464 <sup>ns</sup>	822,21 <sup>**</sup>	175,28 <sup>**</sup>
Bloco	1,647	94,14	132,42	893,17	207,27	131473	87,166	61,569
Erro	1,266	32,59	41,65	229,93	50,29	366906	14,460	19,275
CV(%)	9,24	12,00	11,70	11,72	4,43	16,61	7,59	10,58
Modelo	Regressão (Valor-p)							
x	0,009 <sup>**</sup>	0,035 <sup>*</sup>	0,958 <sup>ns</sup>	0,882 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>**</sup>	0,422 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>**</sup>	0,007 <sup>**</sup>
x <sup>2</sup>	0,012 <sup>*</sup>	0,021 <sup>*</sup>	0,686 <sup>ns</sup>	0,712 <sup>ns</sup>	0,374 <sup>ns</sup>	0,294 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>**</sup>	0,001 <sup>**</sup>

x = linear e x<sup>2</sup> = quadrática. ns = não significativo, \* e \*\* = significativo pelo teste F a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

A cultivar CD2728IPRO se demonstrou menos responsiva aos tratamentos, a análise de variância demonstra que as variáveis, altura de inserção da primeira vagem, altura de planta, número de vagens, número de grãos, peso médio de mil grãos e produtividade de grãos não foram influenciadas pelos tratamentos, somente os teores de Mn demonstram uma interação

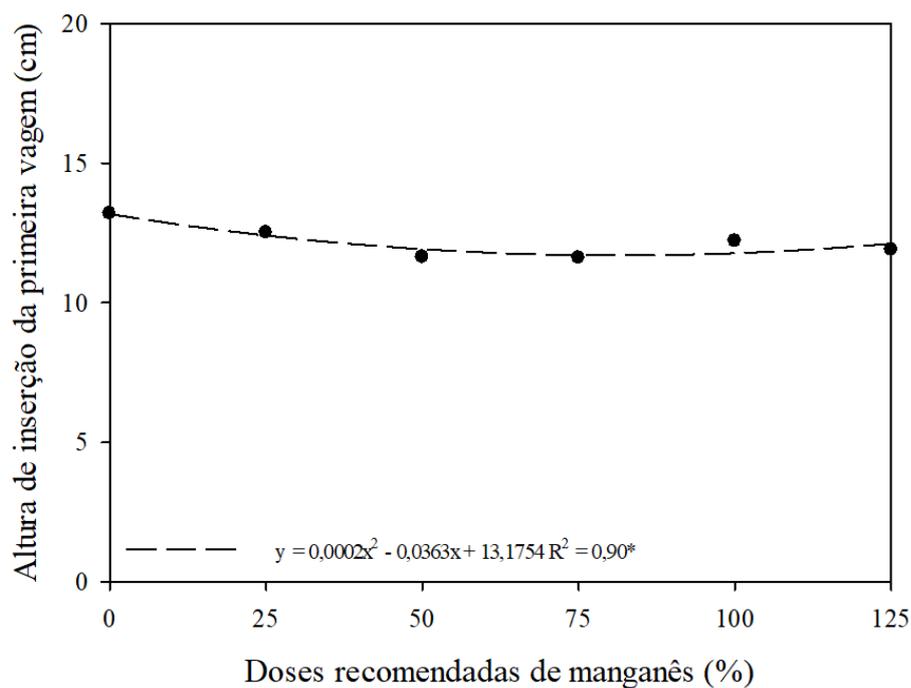
significativa entre fontes e doses somente para as variáveis, teor de Mn na folha e teor de Mn no grão (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para as variáveis altura de inserção da primeira vagem (AIPV), altura de planta (AP), número de vagens (NV), número de grãos (NG), peso médio de mil grãos (PMG), produtividade de grãos (PROD), teor de manganês na folha (TMF) e teor de manganês no grão (TMG) da cultivar CD2728IPRO em função das fontes (F) e doses (D) de manganês aplicado via foliar, Fazenda Capão Grande, Cristalina, GO.

Fonte de variação	Quadrado Médio							
	AIPV	AP	NV	NG	PMG	PROD	TMF	TMG
Fontes	1,974 <sup>ns</sup>	69,78 <sup>ns</sup>	56,560 <sup>ns</sup>	321,32 <sup>ns</sup>	2,6250 <sup>ns</sup>	20704 <sup>ns</sup>	3630,3 <sup>**</sup>	22813 <sup>**</sup>
Doses	5,512 <sup>ns</sup>	19,01 <sup>ns</sup>	38,531 <sup>ns</sup>	178,94 <sup>ns</sup>	41,600 <sup>ns</sup>	351333 <sup>ns</sup>	6253,1 <sup>**</sup>	3736,9 <sup>**</sup>
F x D	3,549 <sup>ns</sup>	39,15 <sup>ns</sup>	30,864 <sup>ns</sup>	208,58 <sup>ns</sup>	22,575 <sup>ns</sup>	535503 <sup>ns</sup>	1574,9 <sup>**</sup>	5150,7 <sup>**</sup>
Bloco	6,622	171,27	96,708	1054,9	102,83	696387	1369,03	1369,03
Erro	2,455	44,36	43,839	322,75	26,313	296098	24,448	24,448
CV(%)	14,35	10,66	18,53	18,67	3,66	14,28	8,43	6,50
Modelo	Regressão (Valor-p)							
x	0,544 <sup>ns</sup>	0,674 <sup>ns</sup>	0,586 <sup>ns</sup>	0,823 <sup>ns</sup>	0,045 <sup>*</sup>	0,965 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>**</sup>	0,001 <sup>**</sup>
x <sup>2</sup>	0,091 <sup>ns</sup>	0,707 <sup>ns</sup>	0,151 <sup>ns</sup>	0,276 <sup>ns</sup>	0,197 <sup>ns</sup>	0,488 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>**</sup>	0,001 <sup>**</sup>

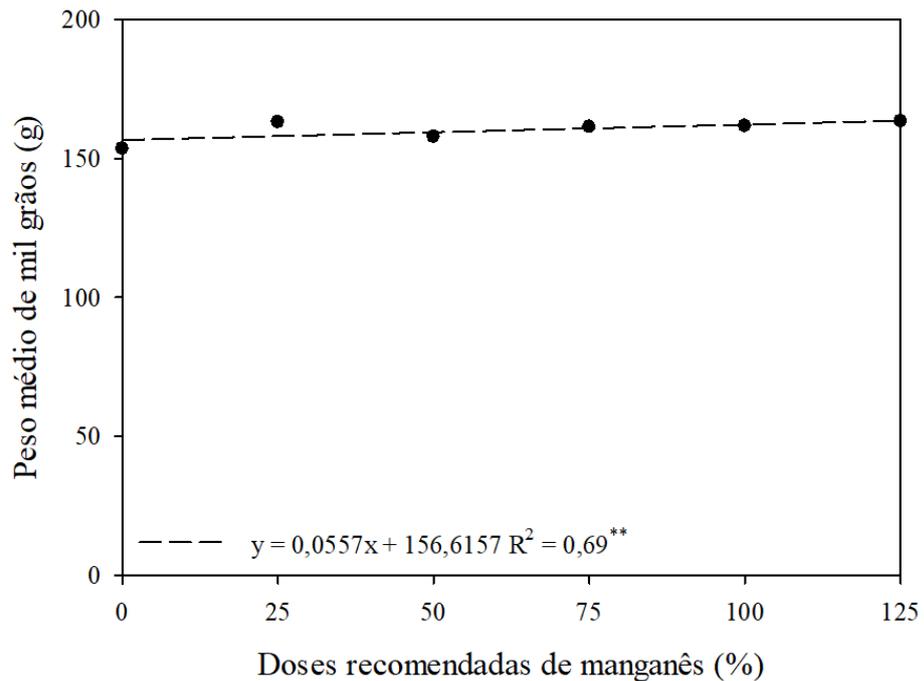
ns = não significativo, \* e \*\* = significativo pelo teste F a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Os resultados obtidos na cultivar M7739IPRO demonstra uma redução significativa na altura de inserção da primeira vagem em todos as doses utilizadas em relação a testemunha, sendo tratamento de 75% da dose recomendada com maior redução de 11,36% (Figura 1).



**Figura 1.** Regressão para altura de inserção da primeira vagem para a cultivar M7739IPRO em função de diferentes doses de manganês aplicadas via foliar.

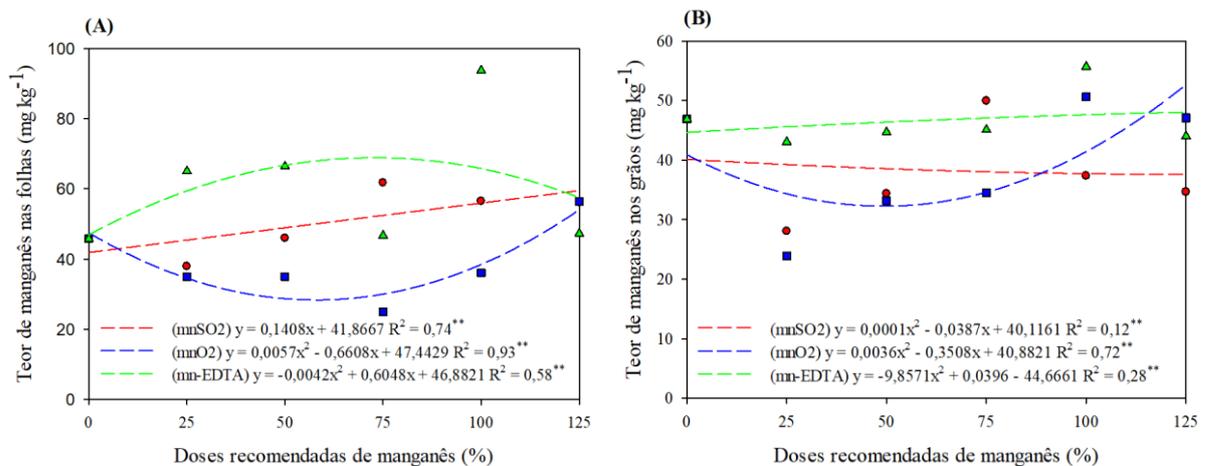
De forma contrária as anteriormente mencionadas, a variável peso médio de mil grãos demonstrou um acréscimo de acordo com o aumento das doses de Mn aplicada, se encaixando melhor em um modelo de regressão linear crescente, o ponto referente a dose de 25% se distancia muito da reta, e será considerado um outlier não sendo levado em consideração nas discussões posteriormente, em relação a testemunha a dose de 125% obteve um acréscimo de 6,5% no peso médio de mil grãos (Figura 2). Apesar de significativo esse acréscimo não foi suficiente para alterar a produtividade média.



**Figura 2.** Regressão para peso médio de mil grãos para a cultivar M7739IPRO em função de diferentes doses de manganês aplicadas via foliar.

De forma distinta, as três fontes utilizadas alteraram os teores de Mn nas folhas e nos grãos, para a cultivar M7739IPRO a fonte com maior capacidade de alteração foi o quelato de manganês (Mn-EDTA), onde nas folhas o maior teor de Mn ocorreu na dose de 75%, com acréscimo de aproximadamente 49,24% em relação a testemunha, porém nas doses superiores dessa fonte houve uma tendência de redução do teor de Mn foliar, já a fonte sulfato de manganês ( $\text{MnSO}_2$ ) demonstrou um acréscimo linear no teor de Mn de acordo com o aumento da dose, chegando a um incremento de aproximadamente 33% do teor de Mn foliar, diferentemente das anteriores o óxido de manganês ( $\text{MnO}_2$ ) ocasionou uma redução no teor foliar de Mn em relação a testemunha, atingindo o ponto mínimo na dose de 50%, nas doses superiores apresentou uma tendência de aumento, porém somente na dose de 125% que ocorreu um pequeno acréscimo de aproximadamente de 15% em relação a testemunha (Figura 3 A).

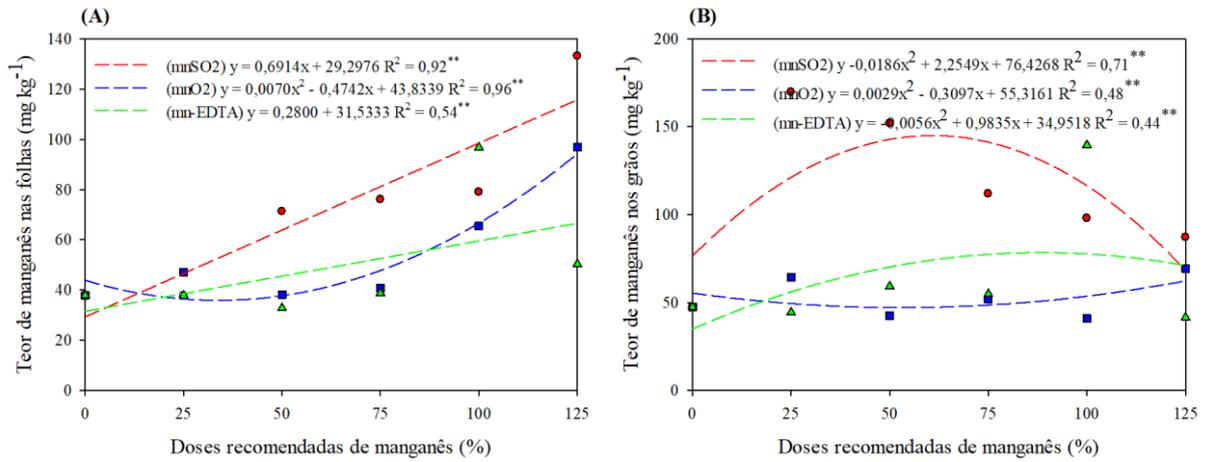
Em relação ao teor de Mn nos grãos na cultivar M7739IPRO, a fonte de quelato de manganês (Mn-EDTA) foi a que conseguiu ter o melhor desempenho, onde a dose de 100% incrementou 19,5% o teor de Mn nos grãos, demonstrando ter uma melhor translocação em relação as demais fontes utilizadas, assim como nas folhas o óxido de manganês ( $\text{MnO}_2$ ) ocasionou uma redução no teor de manganês em baixas doses, sendo que o ponto mínimo do teor de manganês nos grãos ocorreu na dose de 50% (Figura 3 B).



**Figura 3.** Interação para teor de manganês nas folhas (A) e nos grãos (B) para a cultivar M7739IPRO, em função das fontes e doses de manganês aplicado via foliar.

O desempenho das fontes em influenciar os teores de Mn nas folhas e nos grãos se comportou distintamente entre as cultivares. Para a cultivar CD2728IPRO a fonte com melhor desempenho foi o sulfato de manganês (MnSO<sub>2</sub>) com acréscimo expressivo nos teores foliares de Mn, sendo que o maior acréscimo ocorreu na dose 125% com aumento de 255% em relação a testemunha, as demais fontes promoveram um incremento de forma menos expressiva e somente na dose igual ou superior a 100%, onde o oxido de manganês (MnO<sub>2</sub>) promoveu um incremento de 121% no teor de Mn foliar na dose de 125% em relação a testemunha, já a fonte de quelato de manganês (Mn-EDTA) obteve aumento de 50% em relação a testemunha, na dose superior (Figura 4 A).

Em relação ao teor de Mn no grão na cultivar CD2728IPRO demonstra um desempenho semelhantes das fontes do ocorrido nas folhas, a fonte de sulfato de manganês (MnSO<sub>2</sub>) expressou o maior incremento de Mn nos grãos, é atingiu o ponto máximo em 60,6% da dose recomendada, porém o aumento da dose a partir desta, ocasionou uma redução do teor de Mn dos grãos, demonstrando que em altas concentrações podem refletir em um efeito tóxico, das demais fontes, somente o quelato de manganês (Mn-EDTA) que obteve um aumento no teor de Mn, tendo seu ponto máximo em 87,8% da dose recomendada, aproximadamente 46,2% de acréscimo em relação a testemunha, por outro lado, a fonte de oxido de manganês (MnO<sub>2</sub>) ocasionou uma leve redução do teor de manganês nos grãos em relação a testemunha, cerca de 5,9% no ponto mínimo da curva, na dose correspondente a 53,39% da recomendada. (Figura 4 B).



**Figura 4.** Interação para teor de manganês nas folhas (A) e nos grãos (B) para a cultivar CD2728IPRO, em função das fontes e doses de manganês aplicado via foliar.

## 5 DISCUSSÃO

O teor de Mn foliar e no grão foram as únicas variáveis com interação significativa para fontes e dose, demonstrando que nas condições do presente estudo as aplicações foliares com o micronutriente Mn demonstraram eficiência em alterar os teores de Mn nas folhas e nos grãos, sendo que essa variação significativa ocorreu de forma distintas entre as cultivares utilizadas, isso pode ter acontecido em função da eficiência de absorção de cada cultivar, visto que vários trabalhos mostram que a resposta da soja à aplicação de micronutrientes varia em função do genótipo utilizado (GORDON, 2007; LOECKER et al., 2010).

Segundo Kurihara et al. (2015), os teores foliares de Mn são considerados suficientes quando estiverem dentro do intervalo entre 38 a 97 mg kg<sup>-1</sup> e teores maiores que o limite máximo desse intervalo são considerados altos para a cultura da soja. Portados dessas informações, podemos notar que no presente estudo, basicamente todos os tratamentos demonstram resultados de teores foliares de Mn dentro do intervalo considerado suficiente para a cultura, com uma ressalva para o tratamento com sulfato de manganês (MnSO<sub>2</sub>) na cultivar CD2728IPRO em que a dose de 125% ocasionou um teor foliar considerado alto.

Em relação ao teor de Mn nos grãos de soja, à Embrapa (2011) apresentou que na média em 1.000 kg de grãos de soja se encontre 30 g de Mn, o que corresponde a 30 mg kg<sup>-1</sup> e ressalva que a absorção e a translocação de nutrientes por uma espécie vegetal são influenciadas por diversos fatores, entre eles as diferenças genéticas entre cultivares de uma mesma espécie. Corroborando com esses dados, os resultados obtidos no presente estudo demonstram teores relativamente proporcionais aos citados.

Com tudo, os resultados nos demonstram uma eficiência distinta entre as fontes em alterar os teores de Mn foliar e nos grãos, fato esse que colaborar com resultados obtidos por outros autores. Boaretto e Muraoka (1997) comparando diferentes fontes de Mn nas culturas do milho e laranjeira, observaram que todas as fontes foram eficientes no aumento do teor de Mn na folha, mas fontes inorgânicas foram mais eficientes que os quelatos (Mn-lignosulfonato e Mn-EDTA). Dentro desse contexto Ferrandon e Chamel (1988) observaram que o quelato (Mn-EDTA) é absorvido pelas folhas em menor proporção da quantidade aplicada que o sulfato, porém é menos retido na cutícula foliar e mais translocado para as outras partes da planta em comparação a fonte inorgânica. Também é importante realçar que a eficiência agrônômica,

dessas fontes de Mn, depende das características intrínsecas do adubo e que nem todo o Mn contido nos fertilizantes está disponível às plantas (LOPES, 1999).

Nota-se também que apesar dos resultados significativos dos tratamentos em relação aos aspectos nutricionais, esse comportamento não se concretizou nas características agronômicas estudadas, sendo que nenhuma das cultivares utilizadas responderam produtivamente em função das fontes e doses estudadas. Em experimento para avaliar a aplicação foliar de doses e fontes de cobre e Mn nos teores foliares destes micronutrientes e na produtividade da soja, Gonçalves et al. (2017) encontraram resultados semelhantes aos do presente estudo, onde as fontes e doses de cobre e Mn influenciaram seus respectivos teores foliares, porém não alteraram a produtividade da cultura da soja.

Em relação à altura de plantas e inserção da 1<sup>o</sup> vagem, os resultados não significativos encontrados na cultivar CD2728IPRO nas duas variáveis e altura de plantas na cultivar M7739IPRO no presente estudo, vão em acordo com de alguns autores, que quando estudaram as características agronômicas referentes à altura de plantas e de inserção da 1<sup>a</sup> vagem na cultura da soja em experimento não encontraram diferenças (REZENDE et al., 2003). Sobre a redução significativa em relação a testemunha dos valores obtidos na cultivar M7739IPRO para altura de inserção da 1<sup>o</sup> vagem, principalmente quando isolamos o efeito dose, alguns fatores podem causar redução na altura da planta, como, a menor quantidade de palha no início de plantio, com prejuízos ao estabelecimento da cultura da soja (SANTOS et al., 2007), liberação de substâncias inibidoras de crescimento e de desenvolvimento de soja durante a decomposição da palhada das culturas antecessoras (ALMEIDA, 2004; SANTOS et al., 2005). A altura de plantas e de inserção da primeira vagem são características relacionadas diretamente com a eficiência da colheita, ou seja, plantas devem apresentar altura média entre 60 e 80 cm e altura da inserção da 1<sup>a</sup> vagem em torno de 12 a 15 cm (CARTTER e HARTIWING, 1962). Tendo em vista que esses aspectos, foram observados valores adequados ou próximos a ele, caracterizando uma lavoura adequada para colheita mecânica.

Andrade et al. (1998), constatou que o número de grãos e vagens por plantas, sofrem pouca influência do ambiente e de tratamento, pois é uma característica condicionada pela herdabilidade genética das cultivares, fato esse que explica os resultados poucos variáveis obtidas nos tratamentos.

Já o peso de mil grãos, apesar de não haver efeito significativo para interação entre fonte e dose em todos os tratamentos, quando analisamos isoladamente o fator dose, notamos um acréscimo linear no peso de mil grãos nas duas cultivares, porém somente na cultivar

M7739IPRO configurou um acréscimo significativo. Resultados semelhantes também foram encontrados por outros autores, Mann et al. (2001) e Melato et al. (2002) estudando o efeito de aplicações de Mn constataram que sementes submetidas aos tratamentos se mostraram mais pesadas. Esses resultados podem ser explicados pelo papel que o Mn exerce nas plantas, sendo um ativador enzimático em diversas rotas bioquímicas que asseguram a produção de proteínas, lipídeos e contribuem na estruturação das membranas celulares (MALAVOLTA, 2006).

O comportamento não responsivo produtivamente encontrado no presente estudo, pode ser explicado por dois aspectos principais, o teor de Mn e o pH no solo da área experimental utilizada, onde o teor de Mn no solo, apesar de esse encontra no limite inferior do intervalo considerado médio por Sfredo et al. (2008), se demonstrou suficiente e não limitante ao desenvolvimento da soja, esse fato é reforçado pelos teores de Mn encontrados no tratamento controle que ficaram sempre dentro da faixa adequada para a cultura. Isso pode ter acontecido devido ao pH levemente ácido do solo, o que favoreceria a absorção de Mn e também a própria acidificação da rizosfera da soja causada pela extrusão de prótons no processo de fixação biológica (ILLMER et al., 1995) pode condicionar microsítios de menor pH e favorecer ainda mais a absorção de micronutrientes metálicos (HINSINGER et al., 2003; TAIZ e ZEIGER, 2004).

É importante também salientar que devido a utilização de cultivares resistente ao glyphosate, era esperada uma possível resposta da soja à aplicação de micronutrientes metálicos, fato não presenciado no presente estudo, confirmando os resultados encontrados por Basso et al. (2011), que ao avaliarem diferentes manejos na aplicação foliar de Mn sobre alguns parâmetros da soja, concluíram que a aplicação de glyphosate não afetou a absorção e o teor foliar de Mn na cultura da soja e que mesmo com aumento no teor foliar de Mn com a suplementação de Mn, não houve incremento na produtividade da soja. A média geral de produtividade de grãos encontrada no experimento foi próxima a média nacional, verifica-se um comportamento normal das plantas que receberam a aplicação ou não, em função das produtividades obtidas, podendo isso ser o reflexo das condições ambientais presentes durante o desenvolvimento do experimento.

A aplicações de Mn via foliares é uma pratica difundida atualmente na agricultura brasileiro e recomenda por técnico de forma generalizada, porém os resultados obtidos no presente estudo demostram que em condições principalmente de solos com pH ideais para o desenvolvimento das plantas, essa pratica pode não exercer efeitos em questões produtivas. No

entanto, estudos posteriores com outros materiais de soja e distintas condições ambientais são necessários para validar a prática de manejo.

## 6 CONCLUSÕES

Aplicação de manganês via foliar influencia os teores foliares e nos grãos desse micronutriente na cultura da soja.

As características agronômicas da soja não se alteram significativamente quanto submetidas a aplicações de manganês via foliar.

Cultivares diferentes de soja, podem apresentarem respostas distintas a aplicações de manganês via foliar.

O peso de mil grãos e a altura de inserção da primeira vagem na cultivar M7739IPRO, sofrem influência das doses de manganês aplicados via foliar.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S.; PÍPOLO, A. E.; MIRANDA, L. C.; GOMIDE, P. B. P.; ARIAS, C. A. A.; KASTER, M.; TOLEDO, J. F. F.; CARNEIRO, G. E. S.; YORINORI, J. T.; DOMIT, L. A.; VIEIRA, O. V.; SILVA, J. F. V.; ALMEIDA, A. M. R. Cultivar de soja BRS 243 RR. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 26, 2004, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa soja: Fundação Meridional, 2004. p. 53-54.
- ANDRADE, M. J. B.; DINIZ, A. R.; CARVALHO, J. G.; LIMA, S.F. Resposta da cultura do feijoeiro à aplicação foliar de molibdênio e às adubações nitrogenadas de plantio e cobertura. **Ciência e Agrotecnologia**, v.22, n.4, p. 499-508, 1998.
- BASSO, C. J.; SANTI, A. L.; LAMEGO, F. P.; GIROTTO, E. Aplicação foliar de manganês em soja transgênica tolerante ao glyphosate. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.10, p.1726-1731, 2011.
- BENETT, C. G. S.; BUZETTI, S.; SILVA, K. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; GARCIA, C. M. P.; ANDREOTTI, M. Fontes e doses de manganês no acúmulo de nutrientes na palhada em canade-açúcar. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p.8-16, 2012.
- BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T. Fontes de manganês aplicadas via foliar em laranjeira e milho. **Relatório Final de Pesquisa**, Piracicaba, 1997. 31 p.
- CARTTER, J. L.; HARTWING, E. E. The management of soybeans. In: NORMAN, A. G. (Ed.). **The Soybean**. New York: Academic, 1962.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. A produtividade da soja: análise e perspectivas. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safrade-graos/item/11332-8-levantamento-safra-2019-20>>. Acesso em: 01 dezembro 2020.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistemas de Produção (Embrapa – Soja). Tecnologia de produção de soja - Região Central do Brasil. Londrina: Embrapa, 2006. 225 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistemas de Produção (Embrapa – Soja). Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2012 e 2013. Londrina: Embrapa, 2011. 80p
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistemas de Produção (Embrapa – Soja). Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2012 e 2013. Londrina: Embrapa, 2011. 261p.
- FELISBERTO, G., Silício na mitigação de estresse por deficiência de zinco em plantas de arroz e soja. 63 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Unesp, Jaboticabal, 2018.
- FERRANDON, M.; CHAMEL, A. R. Cuticular retention, foliar absorption and translocation of Fe, Mn, and Zn supplied in organic and inorganic form. **Journal of Plant Nutrition**, v.11, p.247-263, 1988.
- GESTEIRA, G. S.; ZAMBIAZZI, E. V.; BRUZI, A. T.; SOARES, I. O.; REZENDE, P. M.; SILVA, K. B. Seleção fenotípica de cultivares de soja precoce para a Região Sul de Minas Gerais. **Revista Agroambiental**, Pouso Alegre, v. 7, p. 79-88, 2015.

- GONÇALVES, F. A. R.; XAVIER, F. O.; OLIVEIRA, T.F.; GODINHO JÚNIOR, J. D.; AQUINO, L. A. Aplicação foliar de doses e fontes de cobre e manganês nos teores foliares destes micronutrientes e na produtividade da soja. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.26, n.3, p.384-392, 2017.
- GORDON, B. Adubação com manganês em soja convencional e soja resistente ao glifosato. **Informações Agronômicas**, n.177, p.6-7, 2007.
- HINSINGER, P.; PLASSARD, C.; TANG, C.; JAILLARD, B. Origins of root-mediated pH changes in the rhizosphere and their responses to environmental constraints: A review. **Plant and Soil**, Crawley, v. 248, n. 1, p.43-59, 2003.
- ILLMER, P.; BARBATO, A.; SCHINNER, F. Solubilization of hardy soluble AIPO<sub>4</sub> with P-solubilizing microorganisms. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 27, n. 1, p.265-270, 1995.
- KHALEDIAN, M. S.; MOHAMMADI, K.; JAVAHERI, M. Grain yield and yield components of soybean affected by integrated fertilization methods. **International Journal of Agriculture and Forestry**, Elobied, v. 4, n. 3A, p.1-3, 2014.
- KURIHARA, C. H.; VENEGAS, V. H. A.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F.; STAUT, L. A. Faixas de suficiência para teores foliares de nutrientes em algodão e em soja, definidas em função de índices DRIS. **Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 3, p.412-419, 2015.
- LOECKER, J. L.; NELSON, N. O.; GORDON, W. B.; MADDUX, L. D.; JANSSEN, K. A.; SCHAPAUGH, W. T. Manganese Response in Conventional and Glyphosate Resistant Soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v. 102, n. 2, p. 606-611, 2010.
- LOPES, A. S. Micronutrientes: filosofias de aplicação e eficiência agronômica. São Paulo: **Anda**, 1999. (Boletim técnico, 8).
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição de plantas. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 2006. 638 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: **Potafós**, 1997. 319 p.
- MANN, E. N.; REZENDE, P. M.; CARVALO, J. G.; CORRÊA, J. B. D. Efeito da adubação com manganês, via solo e foliar em diferentes épocas na cultura da soja (*Glycine max*(L) Merril). **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.2, p.264-273, 2001.
- MELARATO, M.; PANOBIANCO, M.; VITTI, G. C.; VIEIRA, R. D. Manganês e potencial fisiológico de sementes de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.6, p.1069-1071, 2002.
- MILLALEO R, REYES- DIAZ M, IVANOV A, MORA M, ALBERDI M. Manganese as essential and toxic element for plants: transport, accumulation and resistance mechanisms. **J. soil Sci. plant Nutr**, v.10, p. 476–494, 2010.
- MOREIRA, A.; MORAES, L. A. C.; SOUZA, L. G. M.; BRUNO, I. P. Bioavailability of nutrients in seeds from tropical and subtropical soybean varieties. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 47, n. 7, p.888-898, 2016.
- MOUSAVI S.R.; SHAHSAVARI M.; REZAEI M. A. General overview on manganese (Mn) importance for crops production. **J. Basic Appl. Sci**, n.5, p.1799–1803. 2011.
- PRATO, A. I.; GÓMEZ, M. I. Foliar and soil application of manganese in spinach (*Spinacia oleracea* L.) grown in a vermicompost substrate. **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas**, Bogotá, v. 8, n. 2, p.262-271, 2014.

- PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes. **Instituto Internacional de Nutrição de Plantas**, v.3, p.05-35, 2010.
- RAIJ, B. van et al. (Ed.). Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: **Instituto Agrônomo- IAC**, 1996. 279 p. (Boletim Técnico, 100).
- R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- REZENDE, P. M.; MACHADO, J. C.; GRIS, C. F.; GOMES, L. L.; BOTREL, E. P. Efeito da semeadura a seco e tratamento de sementes na emergência, rendimento de grãos e outras características da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Ciência e Agrotécologia**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 76-83, 2003.
- SANTOS, J. B.; FERREIRA, E. A.; REIS, M.R.; SILVA, A.A.; FIALHO, C.M.T.; FREITA, M.A.M. Avaliação de formulações de Glyphosate sobre soja Roundup Ready. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, p. 165-171, 2007.
- SANTOS, J. B.; FERREIRA, E. A.; KASUYA, M. C. M.; SILVA, A.A.; PRÓCOPIO, S. O. Tolerance of Bradyrhizobium strains to glyphosate formulations. **Crop Protection**, Guildford, v. 24, p. 543-547, 2005.
- SEDIYAMA, T., SILVA, F., BOREM, A. Soja do Plantio à colheita. Viçosa: **Editora UFV**, MG, 2015. 333p.
- SFREDO, G. J.; OLIVEIRA JUNIOR, A.; SIBALDELLI, R. N. R.; MORAIS, J. Z. Níveis críticos de manganês em três solos de cerrado. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 30., 2008, Rio Verde. Resumos... Londrina: **Embrapa Soja**, 2008. p.299-301.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3. ed. São Paulo: **Artmed**, 2004. 719 p.
- VALADARES, R. V.; VALADARES, S. V.; FERNADES, L. A.; SAMPAIO, R. A. Teores de nutrientes no solo e nutrição mineral do milho em áreas irrigadas com água calcária. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 3, p.169-176, 2014.
- YASSEN, A.; ABOU EL-NOUR, E. A. A.; SHEDEED, S. Response of wheat to foliar Spray with urea and micronutrients. **Journal of American Science**, New Haven, v. 6, n. 9, p.14-22, 2010.
- ZAYED, B. A.; SALEM, A. K. M.; EL SHARKAWY, H. M. Effect of different micronutrient treatments on rice (*Oriza sativa* L.) growth and yield under saline soil conditions. **World Journal of Agricultural Sciences**, Ithaca, v. 7, n. 2, p.179-184, 2011.