

## ADUBAÇÃO FOLIAR COM MANGANÊS NA PRODUÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA CONVENCIONAIS E TRANSGÊNICAS RR

LEAF FERTILIZATION WITH MANGANESE IN PRODUCTION AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF CONVENTIONAL AND GR TRANSGENIC SOYBEAN SEEDS

CARVALHO, E. R.<sup>1</sup>; OLIVEIRA, J. A.<sup>2</sup>; FERREIRA, V. de F.<sup>2</sup>; COSTA NETO, J.<sup>2</sup>; REIS, L. V.<sup>2</sup>; ANDRADE, V.<sup>2</sup>; PASSOS, A. M. A. dos<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Doutorando, bolsista CNPq, Departamento de Agricultura, Setor de Sementes, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG; e-mail: [eversonreiscarvalho@hotmail.com](mailto:eversonreiscarvalho@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

<sup>3</sup> EMBRAPA Rondônia, Porto Velho, RO.

### Resumo

O objetivo com o presente trabalho foi avaliar a influência da aplicação foliar com Mn na produção e qualidade fisiológica das sementes de soja convencionais e transgênicas RR. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Lavras (UFLA). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições, em esquema fatorial 4 x 4 x 2, envolvendo: quatro cultivares de soja, BRS Celeste e BRS Baliza RR; BRSGO Jataí e BRS Silvânia RR. Quatro doses do Mn foliar, 0, 200, 400 e 600 g Mn ha<sup>-1</sup>. E dois estádios de aplicação do foliar, R<sub>1</sub> e R<sub>3</sub>. O glifosato não foi utilizado, fez-se uso somente do herbicida fluazifop-p-butyl + fomesafen. Foram realizados os testes de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, emergência sob condições controladas e tetrazólio, além da avaliação da produtividade em kg ha<sup>-1</sup>. Os dados foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade pelo teste F, quando pertinente, utilizou-se Scott-Knott a 5% ou análise de regressão polinomial. Verificou-se que as cultivares Jataí e Celeste apresentaram maiores capacidades produtivas em relação à Baliza RR e Silvânia RR. Na cultivar Baliza RR foi verificada melhor qualidade fisiológica das sementes. A aplicação de Mn foliar, na dose adequada, exerceu influência positiva sobre a produtividade e a qualidade fisiológica das sementes. A resposta a adubação com manganês pode estar condicionada ao genótipo, e não à modificação genética RR.

### Introdução

Um dos principais fatores para o êxito brasileiro na cultura da soja é a adoção de novas tecnologias, muitas destas veiculadas por meio das sementes. Campos cultivados com sementes de soja de alta qualidade tendem apresentar melhores índices produtivos. Por isso a qualidade de sementes está sendo cada vez mais requerida e valorizada. A disponibilidade de nutrientes para as plantas produtoras de sementes influencia na sua produção e qualidade. Melarato et al. (2002) aplicando Mn, via solo e foliar, observaram que a aplicação afetou a massa das sementes de soja, porém não modificou o potencial fisiológico. Já Mann et al. (2004), verificaram aumentos na produtividade, germinação e vigor das sementes de soja nas duas formas de aplicação do Mn, com maior grau de eficiência na aplicação via foliar.

Paralelamente a isto existem indagações sobre a relação entre o Mn e a modificação genética na soja RR, tolerante ao glifosato, porém os resultados encontrados na literatura são ainda inconclusivos. Loecker et al. (2010), observaram que a resposta da soja à aplicação de Mn foi influenciada pelo genótipo, e que a resistência ao glifosato (RR) não resultou conclusivamente em deficiência de Mn ou maior resposta à aplicação, indicando a necessidade de trabalhos adicionais para confirmar esta observação. Andrade e Rosolem (2011) verificaram que a inclusão do gene de resistência ao glifosato não afetou a nutrição com Mn na cultivar Valiosa RR. Diante do exposto por Loecker et al. (2010), quanto ao genótipo, e que os autores Andrade e Rosolem (2011) trabalharam somente com um par de cultivares RR e convencional, trabalhos adicionais nesta linha se fazem jus. Assim, o objetivo com o presente trabalho foi avaliar a influência da aplicação foliar com manganês em diferentes doses e estádios de

desenvolvimento na produção e qualidade fisiológica das sementes de soja de cultivares convencionais e transgênicas RR.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Departamento de Agricultura, e as análises foram realizadas no Laboratório Central de Análise de Sementes da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG. O cultivo foi em solo tipo Latossolo Vermelho Distroférico, com as seguintes características químicas e físicas (0,00 - 0,20 m): pH(H<sub>2</sub>O) 5,4; P: 6,2; K: 83; S: 80; Zn: 2,9; Mn: 5,0; Fe: 51,5; Cu: 1,9; B: 0,2; Na: 0,9 mg dm<sup>-3</sup>; Ca: 2,2; Mg: 0,8; Al: 0,1; P rem: 17,6 mg L<sup>-1</sup>; H+Al: 5,0; SB: 3,2; (t): 3,3; (T): 8,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V: 38,9; m: 3,0%. Areia: 27; Silte: 10; Argila: 63 dag kg<sup>-1</sup>. A adubação foi realizada utilizando-se 400 kg ha<sup>-1</sup> de NPK 04-30-10. As sementes foram tratadas com o Carbensulfam + Thiram (200 ml/100 kg), e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* utilizando-se inoculante turfoso na proporção de 1.200.000 bactérias por semente. O plantio foi realizado no dia 12/11/2010, após desbaste foram mantidas 15 plantas por metro. As parcelas foram constituídas por quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas em 0,50 m, sendo utilizada como área útil as duas fileiras centrais, com a eliminação de 0,50 m nas extremidades das mesmas, a título de bordadura.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições, em esquema fatorial 4 x 4 x 2, envolvendo: quatro cultivares de soja, sendo duas convencionais e suas derivadas transgênicas (RR), sendo elas: BRS Celeste e BRS Baliza RR; BRSGO Jataí e BRS Silvânia RR. Quatro doses do Mn foliar, aplicadas em dose única, 0, 200, 400 e 600 g Mn ha<sup>-1</sup>, sendo a fonte um produto comercial com 11% de Mn solúvel em água (137,50 g L<sup>-1</sup>), na dose 0 foi aplicado somente água. E dois estádios de aplicação, R<sub>1</sub>, início do florescimento, e R<sub>3</sub>, início da formação das vagens. Utilizou-se pulverizador costal de pressão constante (CO<sub>2</sub>; 2,8 kgf cm<sup>-2</sup>; 200 L ha<sup>-1</sup>). O glifosato não foi utilizado, fez-se uso somente do herbicida fluzifop-p-butyl + fomesafen.

Avaliou-se a produtividade em kg ha<sup>-1</sup>, a qualidade fisiológica e vigor das sementes foram verificadas por meio dos testes de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, emergência sob condições controladas e tetrazólio (viabilidade e vigor). Os dados foram submetidos à análise de variância com auxílio do software Sisvar®, a 5% de probabilidade pelo teste F. Quando pertinente, as médias foram comparadas utilizando-se o teste Scott-Knott a 5% ou foi realizada análise de regressão polinomial.

### Resultados e Discussão

Quanto à análise de variância, observou-se que o fator cultivar influenciou significativamente todas as variáveis analisadas, exceto porcentagem de emergência e tetrazólio (viabilidade e vigor). Em se tratando das doses, verificou-se que houve efeito significativo para os resultados de produtividade, germinação e tetrazólio (viabilidade e vigor). Quanto ao estágio de aplicação do Mn foliar, houve significância apenas para viabilidade. As interações significativas foram cultivar\*dose para condutividade elétrica e cultivar\*dose\*estádio para produtividade. A porcentagem de emergência não foi afetada por nenhuma das fontes de variações.

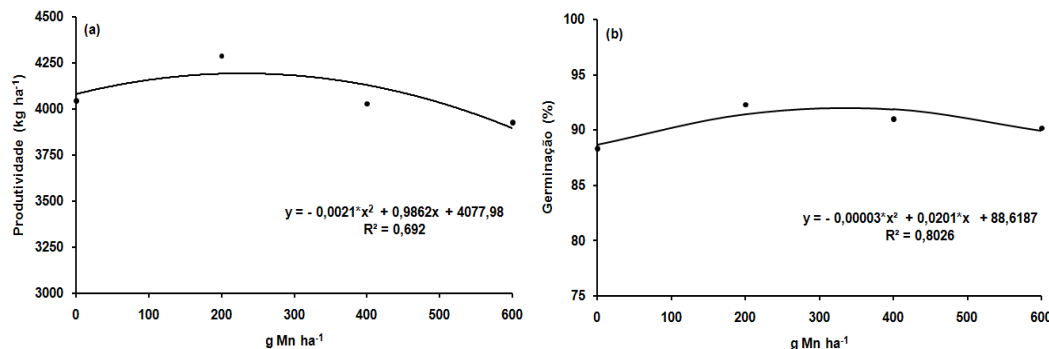
As médias de produtividade das cultivares Jataí e Celeste foram superiores às obtidas por Baliza RR e Silvânia RR (Tabela 1). Quanto às doses, observou-se efeito quadrático, com ponto máximo (4194 kg ha<sup>-1</sup>) obtido com a dose estimada de 235 g Mn ha<sup>-1</sup> (Figura 1 a). Foi uma opção dos autores utilizarem doses mais elevadas e em estádios mais avançados, para verificar o efeito destas principalmente sobre a qualidade de sementes. Salienta-se que na dose 600 g Mn ha<sup>-1</sup> foram observados danos visuais de fitotoxidez. No desdobramento da interação tripla, observa-se em R<sub>1</sub>, regressão significativa para Celeste (Figura 2 a), ao passo que em R<sub>3</sub> foi para Baliza RR (Figura 2 b), ambas cúbicas, sendo que os valores mais altos foram obtidos com doses próximas a 200 g Mn ha<sup>-1</sup>. Sabendo-se que Baliza RR é derivada RR da Celeste, e que em ambas, a regressão foi significativa (R<sub>1</sub> ou R<sub>3</sub>) em função das doses de Mn, e que para o outro par de cultivares isto não foi observado. Sugere-se, que resposta à adubação com Mn pode estar condicionada ao genótipo, e não à modificação genética RR, corroborando assim com Loecker et al. (2010) e Andrade e Rosolem (2011).

Quanto à germinação, entre as cultivares, Baliza RR apresentou maior valor em relação às demais, que não diferiram entre si (Tabela 1). Em relação às doses (Figura 1 b), observou-se efeito quadrático, sendo que o valor máximo (92%) estimado na regressão polinomial foi obtido com a dose 335 g Mn ha<sup>-1</sup>, porém com coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) de 0,8026. Interessante salientar que a média observada de germinação para 200 g Mn ha<sup>-1</sup> foi de 92%, ao passo que a observada para a dose 0 foi de 88% (Figura 1b).

**Tabela 1.** Médias de produtividade, germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, porcentagem de emergência, viabilidade e vigor de sementes de soja.

Cultivar	Prod. (kg ha <sup>-1</sup> )	Germ. (%)	EA (%)	CE (μS cm <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> )	E (%)	Vigor (TZ)					
						Vb (%)	Vg (%)				
Baliza RR	3855,06	b	93	a	94	a	52,38	a	98	98	97
Celeste	4217,05	a	90	b	91	b	56,08	b	97	98	97
Jataí	4448,84	a	90	b	91	b	63,62	d	98	99	98
Silvânia RR	3765,74	b	89	b	90	b	60,15	c	97	98	97

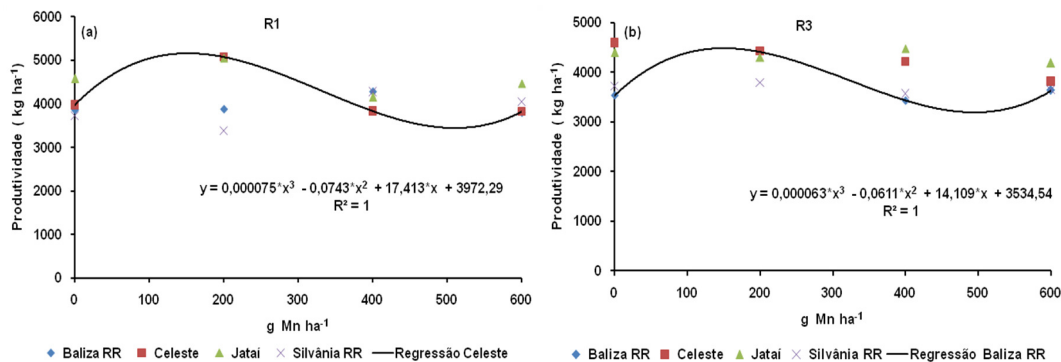
\*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.



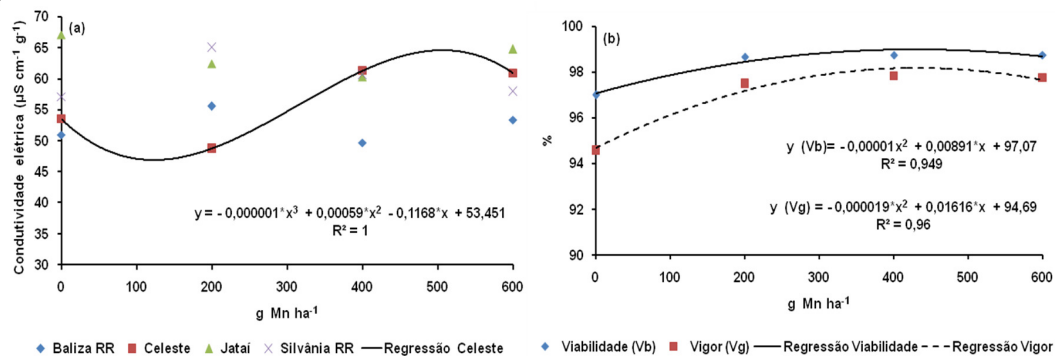
**Figura 1.** Equações de regressão para produtividade (a) e germinação (b) em função das doses aplicadas via foliar de manganês.\* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

No envelhecimento acelerado, Baliza RR apresentou maior porcentagem de plântulas normais 94%, sendo este valor superior estatisticamente em relação aos demais, que não diferiram entre si (Tabela 1). Dados estes que corroboram com a condutividade elétrica, pois o menor valor foi observado nas sementes da cultivar Baliza RR, significativamente menor que Celeste, seguido de Jataí e por fim Silvânia RR (Tabela 1). Quanto à interação cultivar\*dose para condutividade, a regressão foi significativa para Celeste, sendo os menores valores observados próximos a dose 200 g Mn ha<sup>-1</sup> e os maiores entre 400 e 600 g Mn ha<sup>-1</sup> (Figura 3 a). Resultados estes que podem estar relacionados também aos obtidos na germinação, visto que, até a dose 335 g Mn ha<sup>-1</sup> os efeitos foram positivos, a partir desta os valores foram decrescentes.

No teste de tetrazólio, tanto para os resultados de viabilidade quanto vigor, o modelo que se ajustou aos dados foi quadrático (Figura 3 b). O máximo de viabilidade (99%) e vigor (98%) foram obtidos com as doses 445 e 425 g Mn ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Observou-se uma inclinação mais acentuada entre as doses 0 e 200 g Mn ha<sup>-1</sup>, tanto em vigor quanto em viabilidade, porém mais proeminente quanto ao vigor, a partir desta dose a inclinação foi menor, com pequena diferença entre as doses aplicadas (Figura 3 b). De uma forma geral, os dados obtidos contrapõem os de Melarato et al. (2002), porém, corroboram com Mann et al. (2004).



**Figura 2.** Equações de regressão para produtividade no desdobramento de cultivares em função de doses de manganês e estádios de aplicação.\* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.



**Figura 3.** Equações de regressão para condutividade elétrica no desdobramento de doses dentro de cultivares (a), e para viabilidade (b) e vigor (b) em função das doses aplicadas via foliar de manganês.\* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

### Conclusões

- As cultivares Jatai e Celeste apresentaram maiores capacidades produtivas em relação à Baliza RR e Silvânia RR. Houve melhor qualidade fisiológica das sementes da cultivar Baliza RR.
- A aplicação de Mn foliar, na dose adequada, exerceu influência positiva sobre a produtividade e a qualidade fisiológica das sementes.
- A resposta a adubação com manganês pode estar condicionada ao genótipo, e não à modificação genética RR.

### Referências

ANDRADE, G.J.M. de; ROSOLEM, C.A. Absorção de Manganês em Soja RR sob Efeito do Glifosate. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 961-968, 2011.

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.

MANN, E. N.; REZENDE, P. M. de; MANN, R. S.; CARVALHO, J. G.; VON PINHO, E. V. R. Efeito da aplicação de manganês no rendimento e na qualidade de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 12, p. 1757-1764, 2002.

MELARATO, M.; PANOBIANCO, M.; VITTI, G. C.; VIEIRA, R. P. Manganês e Potencial Fisiológico de Sementes de Soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 1069-1071, 2002.