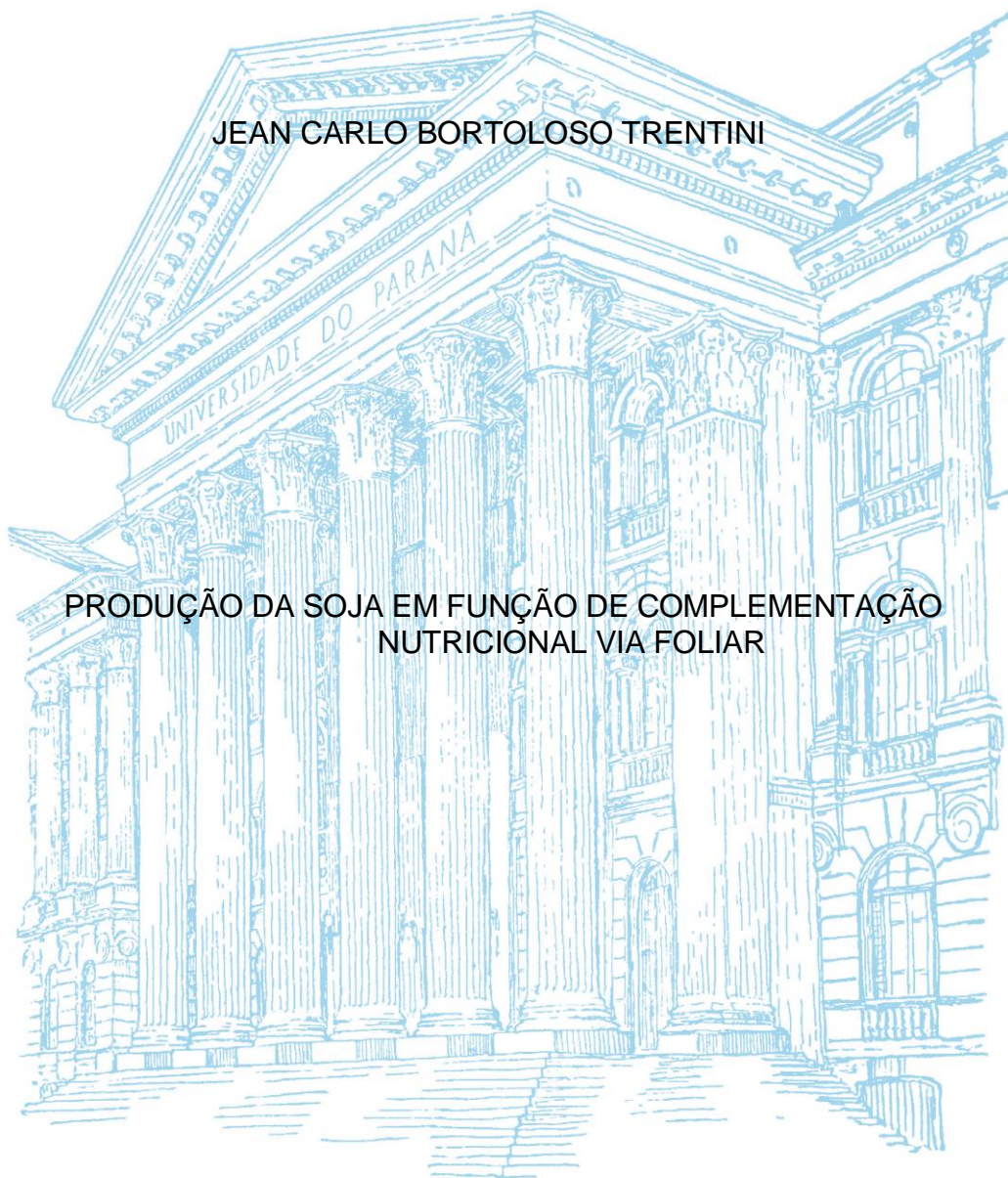


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – SETOR PALOTINA

JEAN CARLO BORTOLOSO TRENTINI

PRODUÇÃO DA SOJA EM FUNÇÃO DE COMPLEMENTAÇÃO
NUTRICIONAL VIA FOLIAR



PALOTINA
2016

JEAN CARLO BORTOLOSO TRENTINI

PRODUÇÃO DA SOJA EM FUNÇÃO DE COMPLEMENTAÇÃO
NUTRICIONAL VIA FOLIAR

Trabalho apresentado como requisito parcial à
obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo da
Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina.

Orientador: Prof. Dr. Laércio Augusto Pivetta

PALOTINA

2016

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

Charles Chaplin

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela motivação, empenho e oportunidades a mim concedidas durante os dias de minha graduação e ao sucesso alcançado em todas atividades desenvolvidas.

A toda minha família, que sempre me apoiou e deu suporte em todos os momentos da minha vida e principalmente durante a minha graduação.

A Daniela Lorencena pelo auxílio na escrita, revisão e apoio.

A Ledair Rita Batistussi Lorencena pela ajuda com a escrita científica.

Aos professores desta instituição, em especial ao meu orientador, Prof. Laercio Augusto Pivetta, que me apoiou e deu suporte e instruções durante todo este trabalho e durante a graduação.

Aos meus colegas de graduação, ao grupo de pesquisa SUPRA, e em especial Ângelo Korber, Augusto Tessele, Giovane Moreno, Juliano Bortoluzzi Lorenzetti, Ruan Carlos Navarro Furtado, que me auxiliaram nas diversas atividades e durante a graduação.

RESUMO

A cultura da soja representa importante papel na economia brasileira, e tem expressivo destaque no cenário mundial. A soja, como outras leguminosas, produz grande número de flores, das quais, a maioria não chega a transformar-se em vagem. Estas, por sua vez, nem sempre alcançam a colheita, em virtude do aborto que ocorre nos estádios iniciais de desenvolvimento. A utilização de adubos foliares, de acordo com pesquisas recentes, tem um papel muito importante na planta da soja, onde cálcio (Ca), boro (B), zinco (Zn), molibdênio (Mo), nitrogênio (N) exercem suas mais variadas funções. A aplicação de nutrientes via foliar, de acordo com pesquisas existentes, é uma alternativa de solução para o problema de abortamento de flores e enchimento de grãos na cultura da soja. O presente trabalho avaliou a eficiência dos produtos à base de Ca e B (Produto A) e de Cu, B, Zn, Mo, N (Produto B), na floração e enchimento de grãos, respectivamente. O presente trabalho foi realizado com dez tratamentos. As doses variaram de 0 L ha⁻¹ de Produto A associado a doses inteiras de 0 a 4 L ha⁻¹ de Produto B e 3 L ha⁻¹ de Produto A associado a doses inteiras de 0 a 4 L ha⁻¹ de Produto B em aplicações no R2, de Produto A, e no R5.1, de Produto B. Em relação à altura de plantas e produtividade não ocorreu diferença significativa, para número de vagens por planta ocorreu diferença significativa a 5% de probabilidade com decréscimo de vagens. Para massa de 100 grãos houve diferença significativa a 7% de probabilidade com aumento até a dose recomendada de 2 L ha⁻¹, nas parcelas com dose acima de 2 L ha⁻¹ houve decréscimo de massa.

Palavras-chave: Adubação Foliar, Macronutrientes, Micronutrientes, Nutrição Mineral.

ABSTRACT

The soybean crop represents an important role in the Brazilian economy and an expressive highlight in the world scenario. Soybeans, like other leguminous plants, produce a large number of flowers, of which a majority does not become a pod. These, on the other hand, are not always present in a harvest, because of the abortion that occurred in the early stages of development. The usage of foliar fertilizers, according to recent research, plays a very important role in the soybean plant, in which calcium (Ca), copper (Cu), boron (B), zinc (Zn), molybdenum (Mo) and nitrogen (N) exercise their most varied functions. Foliar nutrient application, according to current researches, is an alternative solution for the abortion problem of the flower and grain filling in the soybean crop. The present project evaluated the efficiency of Ca, B (Product A) and Cu, B, Zn, Mo, N (Product B) in flowering and grain filling, respectively. Doses ranged from 0 L ha⁻¹ of Product A associated to whole doses of 0 to 4 L ha⁻¹ of Product B, and 3 L ha⁻¹ of Product A associated with whole doses of 0 to 4 L ha⁻¹ of Product B in applications in R2, of Product A, and in R5.1, of Product B. Concerning plant height and productivity, there was no significant difference, but in the number of pods per plant, there was a significant difference at 5% probability with pods decrease. For the 100 grain mass there was a significant difference at 7% probability with a raise up to the recommended dose of 2 L ha⁻¹. When using doses above 2 L ha⁻¹, a mass decrease was noticed.

Key-words: Foliar fertilization, Macronutrients, Micronutrients, Mineral nutrition.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Número de vagens por planta de soja em função de doses do Produto B. Palotina-PR.....	17
FIGURA 2 – Massa de 100 grãos de soja em função de doses do Produto B. Palotina-PR. °significativo a 7% de probabilidade.....	18

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO, NA CAMADA 0,0 A 0,2 M, ANTES DA INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.	14
TABELA 2 MÉDIAS OBTIDAS PARA NÚMERO DE VAGENS POR PLANTA, ALTURA, MASSA DE CEM GRÃOS E PRODUTIVIDADE.	16

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO REFERENCIADA	10
2	OBJETIVOS	13
3	METODOLOGIA.....	14
3.1	CARACTERÍSTICA DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	14
3.2	IMPLANTAÇÃO DA CULTURA	14
3.3	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	15
3.4	EQUIPAMENTOS E REGULAGENS.....	15
3.5	AVALIAÇÕES.....	15
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	16
5	CONCLUSÕES	19
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

1 INTRODUÇÃO REFERENCIADA

A cultura da soja (*Glycine max (L.)*) tem grande importância no contexto produção de grãos no Brasil e no mundo. No Brasil é destaque entre as demais culturas, com cultivo de 33,177 milhões de hectares e produção de 95,631 milhões de toneladas na safra 2015/1016 (Conab, 2016). Contudo, faz-se necessário o aumento de produção devido à demanda que aumenta a cada ano. Esse aumento de produção está aliado ao aumento de área plantada, introdução de novas tecnologias, utilização de fertilizantes minerais foliares, entre outros.

A soja, como outras leguminosas, produz grande número de flores, das quais, a maioria não chega a transformar-se em vagem. Estas, por sua vez, nem sempre alcançam a colheita, em virtude do aborto que ocorre nos estádios iniciais de desenvolvimento (Souza, 2007).

Os macro e micronutrientes são essenciais para a planta, onde caracterizam-se por serem absorvidos em grandes e pequenas quantidades, respectivamente, diferindo principalmente ao fato de os micronutrientes não participarem de estruturas da planta, mas sim da constituição de enzimas ou atuam como seus ativadores (Piccinin et al., 2011). As adubações foliares tem um papel muito importante na planta da soja, onde cálcio, boro, zinco, molibdênio, nitrogênio exercem suas mais variadas funções. Esses nutrientes estão disponíveis em produtos comerciais formulados da seguinte forma: Ca e B e Cu, B, Zn, Mo, N.

Em condições como solo, perdas de nutrientes, demanda da planta e condições do ambiente, a decisão de aplicação de adubação foliar é determinada pelo risco financeiro associado à incapacidade de corrigir a deficiência de um nutriente e a provável eficácia da adubação foliar, sendo que esta é, teoricamente, mais amigável ao meio ambiente, possuindo resposta mais imediata e objetiva do que via solo, pois nesta, os nutrientes estarão disponíveis aos tecidos vegetais nos períodos críticos do crescimento da planta (Fernández et al., 2015).

O conteúdo mineral dos tecidos vegetais varia de acordo com o tipo de planta, condições climáticas durante o período de crescimento, da composição química do meio, da idade do tecido, entre outros. Os nutrientes minerais são classificados conforme as quantidades exigidas pelas plantas, sendo os macronutrientes e os micronutrientes (Fernandes,2006). São alguns deles:

O cálcio que além de auxiliar na manutenção de integridade da membrana celular tem também outras funções importantes, como na germinação do pólen e no crescimento do tubo polínico (Morelli & Ferreira, 1987) havendo uma correlação negativa entre o teor de cálcio na planta e número de flores e vagens abortadas (Souza, 2007).

O boro desempenha papel importante no florescimento, no crescimento do tubo polínico, nos processos de frutificação, no metabolismo do N e na atividade de hormônios (Fernandes, 2006). Quando encontra-se em deficiência, um de seus sintomas é o abortamento floral.

O cobre é ativador ou componente de enzimas, auxilia na regulação de transpiração e fotossíntese da planta e na resistência à doenças, além de trabalhar na redução e fixação de N (Dias, 2012).

O zinco é um cofator nas reações enzimáticas e, portanto, participa de diversos ciclos bioquímicos das plantas, incluindo fotossíntese e formação de açúcar, síntese de proteínas, fertilidade e produção de sementes, regulação do crescimento e defesa contra doenças, ele afeta diretamente a síntese e conservação de auxinas, hormônios vegetais envolvidos no crescimento (Fernandes, 2006).

O molibdênio tem efeito benéfico na produtividade de leguminosas, é conhecido desde 1930, e sua principal atuação está no processo de fixação simbiótica de nitrogênio (Lantmann et al., 1985), onde sua deficiência repercute negativamente na formação de ácido ascórbico, no conteúdo de clorofila e na atividade respiratória (Fernandes, 2006).

O nitrogênio está envolvido em boa parte das atividades celulares da planta, onde durante o enchimento de grãos está disponível em duas formas: o N absorvido do solo e o N remobilizado dos tecidos vegetativos (Fernandes, 2006). Durante a fase de enchimento dos grãos, os fotossintetados produzidos são canalizados primariamente para as sementes em enchimento, sendo o suprimento via raízes limitado.

Diversos estudos contribuem para que a adubação foliar seja intensamente pesquisada devido à parte aérea das plantas também absorverem nutrientes. Assim, são usados adubos minerais solúveis, adubos sólidos em solução e adubos líquidos. Dessa maneira, as folhagens são pulverizadas com compostos minerais (Epstein, 2006).

Aplicação da solução a base de Ca e B no estágio R3 proporciona maior nível de produtividade na soja, de acordo com Souza (2007), devido ao maior pegamento de flores e enchimento de grãos onde seus melhores resultados acontecem quando aplicados na floração e pós-floração (Bevilaqua, 2002).

Outra estratégia para aumento de produção é a aplicação de Ca, B, Zn, Mo e N em associação, presentes na forma comercial, que é potencialmente eficiente indicado para aumentar o enchimento de grãos (Piccinin et al., 2011).

O presente trabalho avaliou a eficiência de adubos foliares formulados de Ca e B (denominado Produto A) e de Cu, B, Zn, Mo, N (denominado Produto B), na floração e enchimento de grãos, respectivamente.

2 OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da utilização de produtos formulados a base de Ca e B (Produto A) e de Cu, B, Zn, Mo e N (Produto B) no desempenho agrônômico da cultura da soja.

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERÍSTICA DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido na Linha Alto Pioneiro, Município de Palotina, Região Oeste do Estado do Paraná. A área do experimento tem como coordenadas Latitude 24° 19' 32.7", Longitude 53° 48' 09.39" e altitude de 330 m. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho eutroférico, com suas propriedades químicas apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO, NA CAMADA 0,0 A 0,2 M, ANTES DA INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.

P	C	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V
mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	-----cmol _c dm ⁻³ -----						%	
7,4	12,4	5,1	0,35	3,43	0,95	3,69	0,00	4,73	8,42	65,2
Micronutrientes - mg/dm ³										
		B	S	Fe	Mn	Cu	Zn			
		-	-	28.58	72.65	14.18	4.76			

3.2 IMPLANTAÇÃO DA CULTURA

Sementes da variedade MONSOY M 6210 IPRO foram semeadas na área de produção no ano safra 13/14. A cultivar MONSOY 6210 IPRO é uma cultivar transgênica com tecnologia INTACTA RR2 PRO, que alia tecnologias avançadas no mapeamento, na seleção e na inserção de genes em regiões do DNA com potencial aumento na produtividade; proteção às principais lagartas que atacam a cultura da soja; e tolerância ao glyphosate, proporcionada pela tecnologia Roundup Ready (RR). Possui hábito de crescimento indeterminado, grau de maturação 6.2, permitindo a antecipação do plantio, além de ser moderadamente resistente a algumas bacterioses e a mancha alva (Monsanto, 2015).

A adubação foi baseada em análise de solo, levando em consideração a necessidade da cultura e do solo. O espaçamento foi de 45 cm entre linhas, com 320.000 plantas ha⁻¹ e adubação de base com 00-20-20 (N-P-K), utilizando 270 kg ha⁻¹, totalizando 54 kg de K₂O e P₂O₅.

A área foi mantida livre de plantas daninhas, pragas e doenças por meio de herbicidas, inseticidas e fungicidas registrados à cultura.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados, com 10 tratamentos arranjados em esquema fatorial 2x5, sendo o primeiro fator a presença ou ausência do produto a base de Ca (145 g L^{-1}) e B (29 g L^{-1}) (0 e 3 L ha^{-1}) e o segundo fator as doses do produto a base de Cu ($2,14 \text{ g L}^{-1}$), B ($50,4 \text{ g L}^{-1}$), Zn ($37,8 \text{ g L}^{-1}$), Mo ($0,18 \text{ g L}^{-1}$) e N ($63,0 \text{ g L}^{-1}$) (0, 1, 2, 3 e 4 L ha^{-1}). As aplicações dos produtos ocorreram conforme indicado pelo fabricante, sendo o produto A no estádio R2 e o produto B no estádio R5.1.

3.4 EQUIPAMENTOS E REGULAGENS

Foi utilizado um pulverizador costal pressurizado com CO_2 , com pressão constante de 2 Bar (ou 29 PSI), a uma vazão de $0,65 \text{ L min}^{-1}$, equipado com lança contendo 6 bicos leque da série Teejet tipo XR 110 02, que, trabalhando a altura de 50 cm do alvo e a uma velocidade de 1 m s^{-1} , atingiu faixa aplicada de 50 cm de largura por bico, propiciando volume de calda de 200 L ha^{-1} .

3.5 AVALIAÇÕES

No estádio R7.2 foram avaliadas oito plantas de cada parcela. Dentre as avaliações foram computadas altura e número de vagens total.

As plantas foram colhidas manualmente no estádio R7.3 e postas a secar em condições naturais. Após secas, as vagens foram debulhadas em trilhadora para experimentos, limpas com auxílio de peneiras e acondicionadas em sacos de papel para realização de posteriores avaliações. Foram analisadas as seguintes características: massa total de cada parcela, massa de cem sementes, com três repetições por parcela.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste F, para o produto A, e análise de regressão, para o produto B, a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Não houve interação significativa para nenhuma das variáveis. Com relação à aplicação do produto A, nenhuma das variáveis foi alterada, demonstrando que a aplicação de Ca e B em estágio R2 não alterou o pegamento de flores e vagens (Tabela 2).

TABELA 2 MÉDIAS OBTIDAS PARA NUMERO DE VAGENS POR PLANTA, ALTURA, MASSA DE CEM GRÃOS E PRODUTIVIDADE.

Produto A (L ha ⁻¹)	Nº de vagens por planta	Altura (cm)	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
0	47,2	91,8	17,6	3628
3	46,7	93,0	17,8	3736
Produto B (L ha ⁻¹)				
0	51,3	91,3	17,5	3640
1	46,5	93,2	17,7	3562
2	44,8	91,8	17,9	3741
3	47,2	93,0	17,8	3812
4	44,9	92,7	17,5	3655
CV (%)	11,1	3,6	3,0	11,0

O cálcio se movimenta principalmente nas regiões apoplásticas de tecidos vegetais, e o objetivo em áreas de soja é a aplicação foliar diretamente na estrutura reprodutiva. Assim, para que seja efetiva a aplicação de cálcio, é necessária que seja feita diretamente nas flores em desenvolvimento e botões florais, o que é dificultada pelo efeito guarda-chuva, causado por grande área foliar, formando uma barreira que dificulta atingir o alvo com a solução, o que compete a solução à tecnologia de aplicação (Fioreze et al., 2013).

Com aplicação do Produto A não houve aumento no número de vagens por planta, opondo-se aos resultados de Bevilaqua et al. (2002) onde afirmam que aplicação foliar de cálcio e boro aumenta número de vagens por planta, o que este experimento não comprovou.

Com relação à aplicação do Produto B, não houve efeito na altura de plantas e na produtividade de grãos (Tabela 2). A altura de plantas é uma característica muito relacionada com o genótipo, o que explica a ausência de resposta.

A aplicação do Produto B promoveu redução linear do número de vagens por planta (Figura 1), contudo a massa de 100 grãos foi afetada de maneira

quadrática (Figura 2), com pequeno aumento e posterior redução com o aumento das doses. Com a diminuição no número de vagens, pode-se considerar que a planta teve maior disponibilidade para enchimento dos grãos restantes, levando a um aumento na massa destes.

Os níveis apropriados de disponibilidade de Mo no solo ou concentração suficiente na semente podem estar relacionados à ausência de resultados à aplicação foliar do nutriente Mo (Ishizuka, 1982).

Rossi et al. (2011) constatou que não houve incremento de produtividade para aplicações foliares de Mo em nenhuma das doses testadas que variaram de 0 a 120 g ha⁻¹.

Inocêncio (2012) verificou em seu experimento um decréscimo de 4 sc ha⁻¹ com altas doses de Zn. Já com tratamentos indicados pela literatura ocorreu um aumento de até 15,5 sc ha⁻¹. Com base nos dados pode-se notar que em excesso, o Mo causa perda de produtividade.

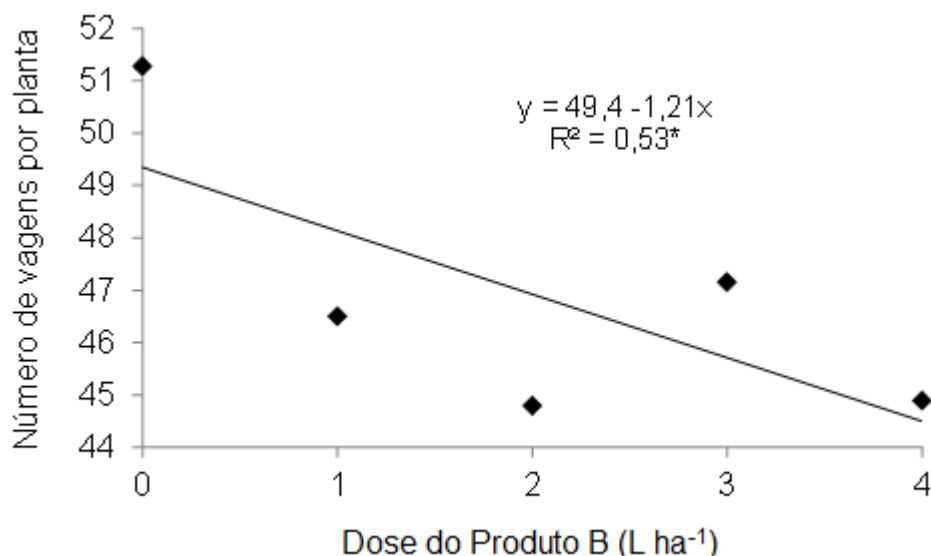


FIGURA 1 – Número de vagens por planta de soja em função de doses do Produto B. Palotina-PR.

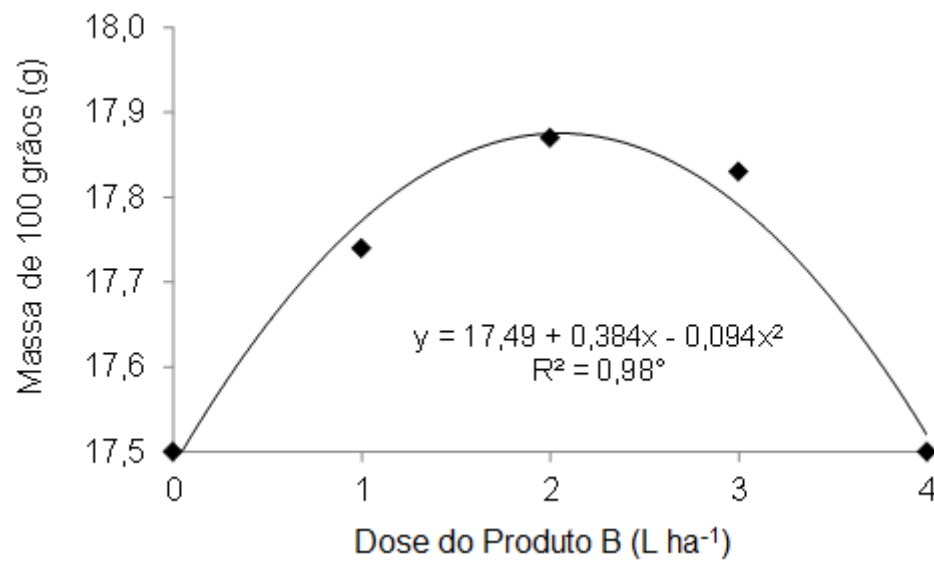


FIGURA 2 – Massa de 100 grãos de soja em função de doses do Produto B. Palotina-PR. °significativo a 7% de probabilidade.

A massa de 100 grãos aumentou conforme o aumento da dose do Produto B até a dose de 2 L ha⁻¹ e após a dose decresceu igualando sua massa à testemunha na dose de 4 L ha⁻¹. Ao contrário do que aponta a literatura estudada, onde o Produto B promove transferência de fotoassimilados aumentando a massa dos grãos (Piccinin et al., 2011).

Devido ao Produto B possuir vários nutrientes, não é possível identificar o efeito de cada um deles, visto que as análises realizadas avaliaram o desempenho agrônômico, não sendo realizadas análises bioquímicas neste trabalho.

O fato de não ocorrer aumento significativo nas variáveis altura e produtividade, pode estar relacionado ao tipo do solo utilizado com bom suprimento de Ca e B e à cultivar possivelmente pouco responsiva (Bevilaqua, 2002).

5 CONCLUSÕES

As aplicações do produto A (Ca e B) em R2 ou do produto B (Cu, B, Zn, Mo e N) em R5.1 não alteram o desempenho agrônômico da cultura da soja, desde que o solo apresente suprimento adequado destes elementos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEVILAQUA, G.A.P; MOREIRA SILVA, P.; POSSENTI, J.C. Aplicação foliar de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 32, n.1, p.31-34, 2002.

CONAB Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_11_16_15_18_26_safras_nov_2015.pdf> Acesso em: 01 dez. 2015.

DIAS, J. S. Nutrientes - Do que as plantas precisam? Unifertil – Universidade de Fertilizantes S. A., Canoas, 002/ ano 02, out. 2012. Disponível em: <<http://www.unifertil.com.br/admin/files/rc20121011151121.pdf>> Acesso em: 05/12/2016.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. *Nutrição Mineral de Plantas*. 2.ed. Londrina: Planta, 2006. 401 p. (Coleção Nutrição, 12)

FERNANDES, M. S. *Nutrição Mineral de Plantas*. 1. Ed. Viçosa; SBCS, 2006. 432 p.

FERNÁNDEZ, V. *Adubação foliar: fundamentos científicos e técnicas de campo*/ Victoria Fernandez, Thomas Sotiropoulos e Patrick Brown. São Paulo: Abisolo, 2015. 150 p. l=il.

FIGLIARO, S.L. Cálcio, citonina, déficit hídrico e sombreamento na fixação de estruturas reprodutivas de soja. Botucatu-SP. 2013.

INOCÊNCIO, M. F. et. al. Resposta da soja à adubação com zinco em solo com teores acima do nível crítico. *Pesq. agropec. bras.* vol.47 no.10 Brasília out. 2012. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2012001000020&lng=pt&nrm=iso> Acesso em 01/12/2016.

ISHIZUKA, J. Characterization of molybdenum absorption and translocation in soybean plants. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 28:63-78, 1982.

LANTMANN, A. F. et. al. Micronutrientes Para a Cultura da Soja no Estado do Paraná: Zinco e Molibdênio. Disponível: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35344/1/1985-Comunicado-Tecnico.n.34.Micronutrientes-18x26-OK.pdf>> Acesso em: 20 nov. 2015.

MONSANTO® - Monsoy® - Monsoy® apresenta variedades com tecnologia INTACTA RR2 PRO™ para o Paraná – Disponível em:<<http://www.monsanto.com/global/br/noticias/pages/monsoy-apresenta-variedades-com-tecnologia-intacta-rr2-pro.aspx>> Acesso: 25/04/2016

MORELLI, M. & FERREIRA, E.B. Efeito do carbonato de cálcio e do fosfato diamônico em propriedades eletroquímicas e físicas de um Latossolo. *R. Bras. Ci. Solo*, 11:1-6, 1987

PICCININ, G. G. et al. Relação entre o tamanho e a qualidade fisiológica das sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar Anais Eletrônico, 2011.

SOUZA, L. C. D. Efeito da Aplicação de Fertilizante Mineral Via Foliar Sobre a Produção e Qualidade Fisiológica de Sementes de Soja. Disponível em: <<ftp://ftp.feis.unesp.br/docs/PPGA/Disserta%C3%A7%C3%B5es/dissertacoes2007/lilian2007.pdf>> Acesso em: 20 nov. 2015.

ROSSI, L. P. et.al. Adubação foliar com molibdênio na cultura da soja. UEM, Journal of Agronomic Sciences, Umuarama, v.1, n. 1, p. 12-23, 2012. Disponível em <<http://dca.uem.br/V1N1/02-Rafaela.pdf>> Acesso em: 10/11/2016.