

Rendimento de sementes de milho em função da adubação foliar com cálcio e boro no estágio fenológico (V6)

Maicon Javorski¹; Luanna Karoline Rinaldi²; Jakelynye Miranda³; Ana Paula Mourão Simonetti⁴; Gláucia Cristina Moreira⁵

Resumo: O boro é um nutriente essencial para as plantas. Suas funções implicam-se no crescimento celular e o desenvolvimento da flor. Na fase reprodutiva, a deficiência do micronutriente reduz a macho-fertilidade em função do prejuízo à microsporogênese e ao crescimento posterior do tubo polínico. O cálcio é um elemento que é absorvido antes do florescimento até a fase final do desenvolvimento da cultura, sua importância é dada na elongação e divisão celular, na sua ausência pode causar morte à planta. Neste trabalho, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de cálcio e boro, sobre as características agronômicas das sementes de milho produzidas. O experimento foi desenvolvido na Fazenda Escola pertencente à Faculdade Assis Gurgacz em Cascavel, PR. Em campo aos 45 dias após emergência das plântulas, foram aplicadas as seguintes combinações de cálcio e boro em $L\ ha^{-1}$ respectivamente T1 (0 ; 0); T2 (1,0 ; 0,75); T3 (2,0 ; 1,5); T4 (2,5; 2,25); T5 (3,0; 3,0) no estágio fenológico (V6). Os parâmetros avaliados foram inserção da espiga, diâmetro da espiga e do colmo, número de fileiras de sementes por espiga, número de sementes por espiga, massa de mil sementes e produtividade estimada ($kg\ ha^{-1}$). O delineamento experimental foi inteiramente casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Nas condições experimentais, constatou-se que a aplicação de cálcio e boro no estágio (V6) influenciou no rendimento de sementes na dose $6\ L\ ha^{-1}$.

Palavras-chave: *Zea mays* L.; fertilizantes; produtividade.

Seed yield of corn as a function of foliar fertilization with calcium and boron on growth stage (V6)

Abstract: Boron is an essential nutrient for plants. Its functions are cell growth and flower development. In the reproductive phase, micronutrient deficiency reduces male-fertility due to the injury to microsporogenesis and subsequent pollen tube growth. Calcium is an element that is absorbed before flowering until the final stage of the development of culture, its importance is given on the elongation and cell division, in its absence causes death to the plant. In this study, we aimed to evaluate the effect of boron and calcium on the agronomic characteristics of maize seed produced. The experiment was conducted at the Farm School belonging to the Faculdade Assis Gurgacz in Cascavel, PR. In field 45 days after seedling emergence the following combinations of calcium and boron were applied in $1\ L\ ha^{-1}$ respectively T1 (0, 0); T2 (1.0, 0.75); T3 (2.0, 1.5); T4 (2.5, 2.25); T5 (3.0, 3.0) at the phenological stage (V6). We evaluated insertion of ear, ear diameter and stem, number of rows per ear, number of seeds per spike, weight of 1 million and estimated seed yield ($kg\ ha^{-1}$). The experimental design was completely randomized with five treatments and four replications. Under the experimental conditions, it was found that the application of calcium and boron on stage (V6) influenced the seed yield at a dose $6\ L\ ha^{-1}$.

¹ Acadêmico do curso de Agronomia (FAG). Cascavel – PR. maiconjavorski@hotmail.com

² Engenheira Agrônoma. Doutorando em Engenharia Agrícola (UNIOESTE). Coordenadora do Curso de Agronomia da Faculdade Assis Gurgacz – PR. anamourao@fag.edu.br

³ Engenheira Agrônoma. Doutora Agronomia (UNESP). Profª do curso de Tecnologia de Alimentos Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Medianeira. gc_moreira@hotmail.com

Keywords: *Zea mays* L., fertilizers, productivity.

Introdução

No Brasil são cultivados praticamente 16 milhões de hectares de milho (*Zea mays*) dos quais, ao redor de 90% são com materiais híbridos, gerando um negócio estimado em três bilhões de reais por ano, com a venda de 13,5 milhões de sacas com 60.000 sementes (PESKE, 2014). O milho é uma monocotiledônea anual (Poaceae), do gênero *Zea*, monóica, alógama, que segue o caminho fotossintético C4, desenvolve grandes folhas alternadas e pode atingir, dependendo da raça, de 50 a 500 cm de altura (BARGHINI, 2004).

Segundo Staut (2006), a busca pelo fornecimento de nutrientes para as plantas, através da adubação foliar, vem crescendo tanto no Brasil como nas partes do mundo, onde a tecnologia agrícola se encontra em avanço contínuo. Para se obter sucesso com essa técnica é necessário ter alto conhecimento quando utilizá-la; qual nutriente aplicar, época de aplicação e a dosagem a ser aplicada.

Pouco se conhece sobre as situações nas quais os fertilizantes foliares podem complementar os fertilizantes aplicados via solo, visando o aumento da eficiência de uso do nutriente, da produtividade e lucratividade (CARVALHO *et al.*, 2001).

Fertilizantes foliares podem suprir a falta de um ou mais micro e macro nutrientes corrigindo deficiências, fortalecendo colheitas fracas ou danificadas, aumentando a velocidade e qualidade de crescimento das plantas (MOCELLIN, 2004).

Segundo Veríssimo *et al.* (2006) o cálcio e boro são nutrientes de grande importância para o desenvolvimento dos vegetais pois participam de importantes processos fisiológicos nas plantas.

Em muitas plantas as exigências de boro para a fase reprodutiva são muito mais altas do que as necessidades para o crescimento vegetativo (BLEVINS e LUKASZEWSKI, 1998). A deficiência causa esterilidade no milho, má formação das flores tanto em mono como em dicotiledôneas (LIMA FILHO e MALAVOLTA, 1998).

Como o cálcio e o boro não se movimentam via floema, provavelmente exista deficiência desses nutrientes nos botões florais. A importância destes nutrientes nos estádios reprodutivos da cultura é essencial no processo de fecundação da planta, resultando numa maior produção de frutos e sementes, consequentemente maior produtividade (POSSAN, 2010).

Segundo Camargo e Silva, (2002) existem alguns autores que sugerem que o boro é essencial à divisão celular normal, e outros que o papel do boro é na maturação e diferenciação celular. Há evidências de que o boro tem papel especial na fecundação das plantas, germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico.

Quanto a necessidade de boro pela cultura de milho, Malavolta *et al.* (1991) citam que, a cada tonelada de grãos produzida são exportados 13 gramas de boro. De acordo com Yamada e Lopes (1998), geralmente, as doses de boro recomendadas para a cultura de milho variam de 0,5 a 1,0 kg ha⁻¹.

O cálcio é absorvido desde antes do florescimento até a sua fase final e sua importância está na elongação e divisão celular. O crescimento do grão de pólen, sua germinação e o crescimento do tubo polínico igualmente o requerem (POSSAN, 2010).

Segundo Malavolta *et al.* (1997), o cálcio é essencial para manter a integridade estrutural de membranas e das paredes celulares das plantas, quando há deficiência a compartimentação é rompida e a ligação do cálcio com a pectina da parede é afetada. O pectato da lamela média atua como cimento entre uma célula e outra.

Segundo Lopes (1986) apesar da essencialidade dos micronutrientes, para os vegetais, ter sido demonstrada há bastante tempo, no Brasil recentemente foi demonstrado experimentalmente o seu efeito benéfico sobre o rendimento de algumas culturas, para certas condições de solo. Existem evidências do efeito benéfico da aplicação foliar de micronutrientes em certas culturas, como na soja (ROSOLEM e BOARETTO, 1989).

Segundo Coelho e França (1995) *apud* Embrapa (2008) quanto à necessidade do cálcio pela cultura do milho a cada 10,15 ton ha de grão produzido são exportados 32g de cálcio.

Fey *et al.* (2009), verificaram que o cálcio e boro potencializam o aumento da altura da planta, inserção da folha bandeira, no número de espiga por metro quadrado, massa de espiga e produção do trigo com a aplicação foliar.

No feijoeiro, Silva *et al.* (2006) relataram que a aplicação de cálcio e boro via foliar não afeta os componentes da produção nem a produtividade.

Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar os parâmetros produtivos com a aplicação de diferentes doses de cálcio e boro na cultura do milho.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em campo na Fazenda Escola pertencente à Faculdade Assis Gurgacz em Cascavel, PR. As coordenadas geográficas são de 24°57'19"S e

53°27'18"W, com altitude 781 metros. O clima é do tipo subtropical mesotérmico super úmido, apresentando temperatura média anual de 19° C, precipitação anual média de 2000 mm e umidade relativa média anual do ar entre 75 a 81%, em solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, o qual caracteriza o solo da região (EMBRAPA, 2009).

Para realizar o experimento foram coletadas amostras de solo da área experimental para análise (Tabela 1).

Tabela 1- Análise granulométrica e química do solo da área experimental na camada de 0,0 - 0,20m de profundidade, após um ano de calagem para implantação do experimento. Cascavel PR, 2012

Macronutrientes e resultados complementares											
pH	P	K	S	Ca	Mg	Al	H	SB	T	V	M.O.
(H ₂ O)	----(mg dm ⁻³)--			----- (cmolc dm ⁻³)-----							
-				--							

correspondente ao estádio V6 (6 folhas desenvolvidas), constituída da misturada das fontes de cálcio e boro, com apoio de uma bomba costal com o bico tipo leque.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições totalizando 20 parcelas, com cinco metros de comprimento e 4,5 metros de largura cada.

A colheita foi realizada no dia 9 de março de 2013 perfazendo um ciclo de 155 dias, após emergência da cultura, no estádio R7 foram realizadas as seguintes avaliações: inserção da espiga, diâmetro do colmo, diâmetro da espiga sem palha, número de fileiras de sementes por espiga, número de sementes por espiga e massa de mil sementes, descritos a seguir.

Inserção da espiga: foi medida com auxílio de uma régua graduada em cm, a distância entre o solo e o pedúnculo da espiga (Repke *et al.*, 2012).

Diâmetro do colmo: seguindo a medição da inserção da espiga por Repke *et al.* (2012) foi realizada da base da planta rente ao solo até o ponto de inserção com uso de trena métrica com auxílio de um paquímetro; os valores expressos em mm.

Diâmetro da espiga sem palha: coletadas no momento da colheita seis espigas sem palha dentro da área útil de cada parcela e avaliação foi realizada com auxílio de um paquímetro na parte central da espiga, obtendo-se assim o diâmetro médio das espigas (Marchi, 2008).

Número de fileiras de semente por espiga: coletadas seis espigas da área útil da parcela de cada tratamento e repetição, obtendo-se assim o número médio de fileiras de sementes por espiga (Marchi, 2008).

Número de sementes por espiga: contado o número de sementes de seis espigas dentro da área útil da parcela de cada tratamento e repetição, obtendo assim o número médio de sementes por espiga de cada parcela (Marchi, 2008).

Massa de mil sementes: avaliado através da contagem de oito repetições de 100 sementes de cada lote e pesadas em balança de precisão (0,01 g). O resultado final expresso em gramas e com uma casa decimal, foi obtido multiplicando-se por 10 o valor médio das repetições (Brasil, 2009). Os valores foram corrigidos para 13% (base úmida);

Produtividade estimada: a colheita e a debulha foram realizadas manualmente; com o auxílio de uma balança de precisão foi determinado à produtividade por ha⁻¹ por meio da massa de mil sementes vezes quantidade de sementes produzidas em uma espiga, divididas por 1000g. Após a correção da umidade das sementes para 13% (base úmida).

Resultados e Discussões

De acordo com a Tabela 3, não ocorreu diferença estatística entre os tratamentos para as variáveis analisadas.

Tabela 3 – Valores de F e coeficiente de variância para variáveis inserção de espiga, diâmetro do colmo, diâmetro da espiga e comprimento da espiga de milho. Cascavel PR, 2013

Estatística	Inserção da espiga (cm)	Diâmetro do colmo (mm)	Diâmetro da espiga (mm)	Comprimento da espiga (cm)
Valor F	0,4226 ns	0,1566 ns	0,0050 ns	0,1567 ns
CV %	3,93	7,37	2,21	7,36

ns não significativo ($p \geq .05$).

Verificou-se que a maioria das variáveis agrônômicas analisadas para a tabela 3 e 4, apresentaram um baixo coeficiente de variação, indicando uma boa precisão do experimento (CARVALHO *et al.*, 2003).

Tabela 4 – Valores de F e coeficiente de variância para o número de fileiras de sementes por espiga, número de sementes por espiga, massa de mil sementes e produtividade estimada de sementes. Cascavel PR, 2013

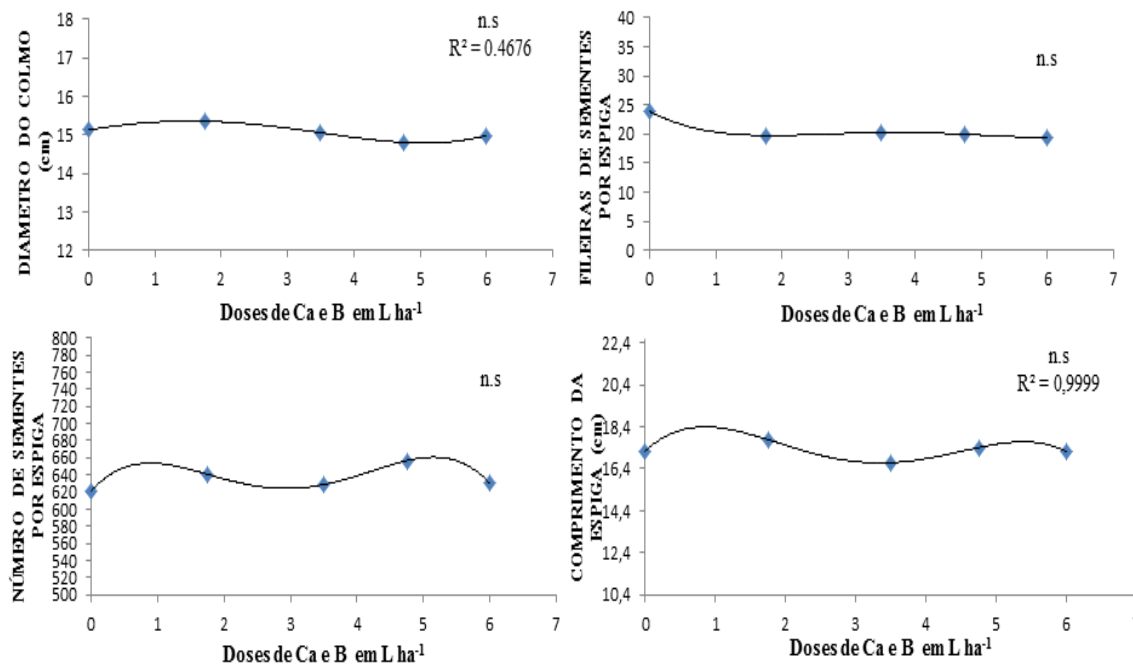
Estatística	Número de fileiras de sementes por espiga	Número de sementes por espiga	Massa mil sementes (g)	Produtividade estimada em kg ha ⁻¹
Valor F	3,4454 ns	0,1372 ns	5,6779 *	9,0923 **
CV %	14,54	8,83	1,24	1,27

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$) * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$) e ns não significativo ($p \geq .05$) por regressão.

É pouco conhecida a utilização da combinação de cálcio e boro aplicados em plantas de milho, são encontrados na literatura aplicações apenas com boro isolado. Há grandes possibilidades que o boro aplicado na fase do florescimento aumente a produtividade, pois ele é um elemento não móvel. Segundo Camargo e Silva, (2002) o boro tem papel especial na fecundação das plantas germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico, nestas condições experimentais proporcionou incremento nos parâmetros produtivos.

Pode-se observar na figura 1, diâmetro do colmo, número de sementes por espiga, número de fileiras de sementes por espiga e comprimento da espiga não apresentaram diferenças estatísticas significativas quando aplicados cálcio (Ca) e boro (B).

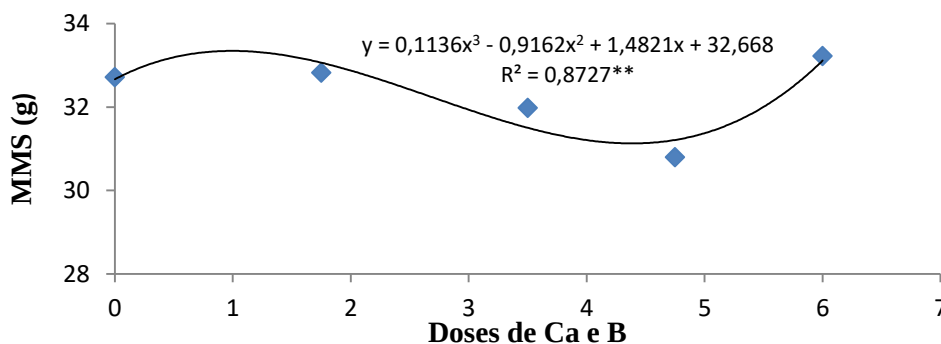
Figura 1 – Relação do diâmetro do colmo, número de fileiras de sementes por espiga, número de sementes por espiga e comprimento da espiga, em função da aplicação das combinações de cálcio e boro.



Para Fey *et al.* (2009) no trigo a maior altura de inserção da folha bandeira provavelmente é consequência da maior altura de planta apresentado em função da maior dose de cálcio e boro aplicada. Para os parâmetros diâmetro do colmo, comprimento do pedúnculo e comprimento de espiga, não foi possível verificar diferença estatística significativa, assim, esses resultados concordam com os obtidos por Fey *et al.* em relação aos parâmetros vegetativos, diâmetro do colmo, inserção da espiga, diâmetro da espiga e comprimento da espiga.

Observou-se que a aplicação de cálcio e boro na fase (V6) modificou o MMS e a produtividade estimada (Figura 2).

Figura 2 – Massa de mil sementes utilizando-se aplicação foliar com cálcio e boro.

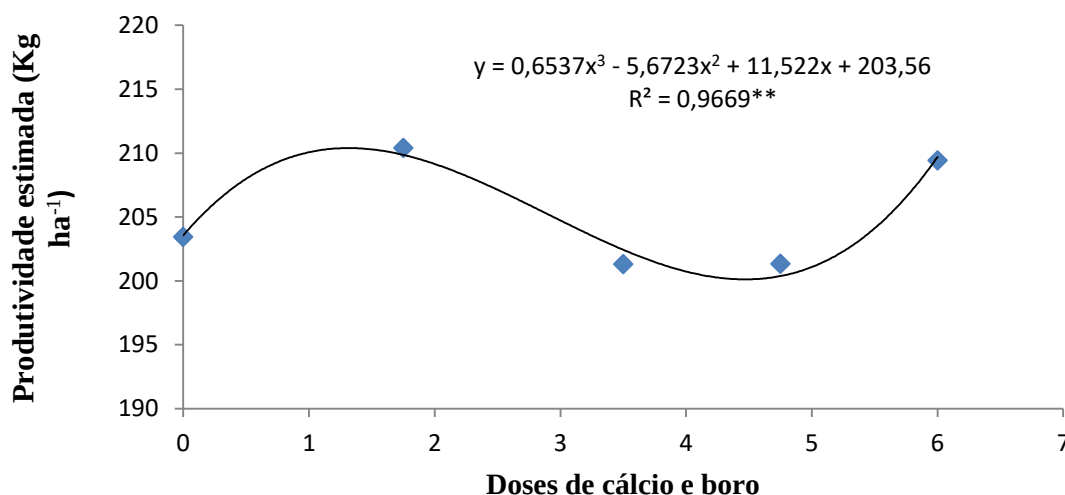


Através da análise, os dados revelaram que a utilização de cálcio e boro em plantas de milho não promove maior desenvolvimento vegetativo, mas proporciona aumento na massa de mil sementes com a aplicação de 6 L ha⁻¹ respectivamente. Raimundi (2013) relatou

aplicação com boro a base + lanço e concluiu que o tratamento foi estatisticamente superior aos outros em relação à produtividade em soja.

Analisando o gráfico a seguir, na (Figura 3) nota-se que o cálcio e boro aumentam a produtividade de sementes em campo, demonstrando máxima eficiência com 6 L ha⁻¹. Houve diminuição do potencial produtivo quando usadas a doses 3,5 e 4,75 L ha⁻¹.

Figura 3 - Produtividade estimada com aplicação de cálcio e boro.



De acordo com Kappes *et al.* (2008) o fornecimento do elemento boro às plantas foi através da pulverização foliar, provavelmente não houve atuação nos tecidos meristemáticos do sistema radicular das plantas, não participando assim, significativamente nos processos de divisão e alongação das células radiculares. Isso pode justificar a queda da produtividade quando usadas às doses 3,5 e 4,75 L ha⁻¹.

Embora reflexos positivos sobre o rendimento da cultura da soja puderam ser observados, onde o cálcio e o boro influenciaram a produtividade quando aplicados no estágio R3 (SANTOS, 2013). Neste trabalho, a aplicação de cálcio e boro aumentou a produção de sementes de milho quando aplicado a maior dose no estágio (V6).

Silva *et al.* (2006) relatam que no feijoeiro a aplicação de cálcio e boro foliar não afeta os componentes da produção nem a produtividade. Como são duas culturas de famílias diferentes, o milho respondeu em produtividade quando aplicado o cálcio e boro na folha. Esses resultados não diferem daqueles encontrados por Rashid *et al.* (2004), segundo os quais o aumento da produtividade do arroz, com o suprimento de boro, se dá, principalmente, como consequência da redução de panículas estéreis.

Com esses resultados foi possível identificar a influência da aplicação de cálcio e boro via foliar na cultura do milho, assim, a adubação demonstra sua importância na produção de sementes, intensificando a recomendação de adubos foliares.

Conclusão

Nas condições experimentais, constatou-se que a aplicação de cálcio e boro no estádio (V6) influenciou no rendimento de sementes com a dose 6 L ha⁻¹.

Referências

- ALVES, C.M.V.; COELHO M.A.; FRANÇA, E.G.; HERNANI, C.L.; PITTA, E.V.G. Fertilidade de solos, Nutrição e Adubação do Milho. **EMBRAPA milho e sorgo 2ª Edição**, 2008.
- BARGHINI, A. O milho na América do Sul pré-colombiana: uma história natural. **Instituto Anchieta de Pesquisas**, n.61, 2004, 170p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária**. MAPA/ACS, 2009. 395 p.
- BLEVINS, D.G.; LUKASZEWSKI, K.M. Função do boro na estrutura da planta. **Revisão anual de fisiologia vegetal, Stanford**, v.49, p.481-500, 1998.
- CAMARGO, P.N., SILVA, O. Manual de Adubação Foliar. **Livrosceres SP**. 2002.
- CARVALHO, M.A.C.; PAULINO, H.B.; FURLANI- JUNIOR, E.; BUZETTI, S.; SÁ, M.E.; ATHAYDE, M.L.F. **Uso da adubação foliar nitrogenada e potássica no algodoeiro**. Bragantina vol.60 n°3, 2001.
- CARVALHO, C.G.P.; ARAIS, C.A. Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação a produtividade e altura da planta de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.2, p.187-193, 2003.
- COELHO, A.M; COELHO FILHO, A. **Adubação Foliar da Cultura do Milho Utilizando Produtos Multinutrientes**. Disponível: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/490166/1/Adubacaofoliar.pdf>. Acessado dia 29-10-2013.
- COELHO, M.F.; FRANÇA, E.G.; PITTA, E.V.G.; ALVEZ, C.M.V.; HERMANI, C.L. Nutrição e adubação de milho. **EMBRAPA Fertilidade dos solos**, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Centro nacional de pesquisa de solos. Sistema brasileiro de Classificação do Solo. Brasília, **EMBRAPA produção de informações**, 2009.

FEY, R.; SEIDEL, P.R.; ZOZ, T.; STEINER, F.; COSTA, L.; Resposta da cultura do trigo à aplicação foliar de cálcio e boro. **Anais do IV Seminário Internacional da Cadeia do Trigo**, 2009.

KAPPES, C.; GOLO, L.A.; CARVALHO, C.A.M. Doses e épocas de aplicação foliar de boro nas características agronômicas e na qualidade de sementes de soja. **Scientia Agraria**. v.9, n.3, p.291- 207, 2008.

LIMA FILHO, O.; MALAVOLTA, E. Evolução dos procedimentos de extração na determinação de solo e níveis críticos foliares de boro e zinco em plantas de café. **Soil Sci. Anal Plant**, 1998. 825 p.

LOPES, A.S. Micronutrientes nos solos e culturas brasileiras. In: SILVA, M.C.). **Anais do Seminário Fósforo, cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes** - Situação atual e perspectivas na Agricultura (segunda edição). p.110-141, 1986.

MALAVOLTA E.; OLIVEIRA, A.S.; VITTI, C.G., Livro Avaliação do estado nutricional das plantas princípios e aplicações (segunda edição). **Associação Brasileira de Pesquisa e Potassa e do Fosfato**, 1997. 315p.

MALAVOLTA, E.; BOARETTO, A.E.; PAULINO, V.T. Micronutrientes: uma visão geral. Ferreira, M.E.; Cruz, M.C.P. **Micronutrientes na agricultura**. POTAFOS, p.1-34, 1991.

MARCHI, L. S. **Interação entre a desfolha e a população de plantas na cultura do milho na região oeste do Paraná**. Unioeste, Marechal Candido Rondon, p.1-58, 2008.

MOCELLIN, P.S.R. Princípios da adubação foliar. **Coletânea de dados e revisão bibliográfica**, p.10, 2004.

PESKE, T.S. Sementes de Milho. Reportagem capa. **Seed News**, 2014.

POSSAN, A. **Avaliação na aplicação de cálcio e boro, no estágio de floração na cultura da soja** (glycine max L. Merrill) **nas regiões do oeste catarinense**. Universidade Comunitária da região de Chapecó. Monografia de conclusão de curso. p.41, 2010.

SANTOS, E.A. **Influência da aplicação foliar de cálcio e boro em pré e pós-floração sobre os componentes de produção e na produtividade da soja**. Dissertação, Universidade Federal do Piauí. p.65, 2013.

SILVA, T.R.B; SORATTO, R.P.; BÍSCARO, T.; LEMOS, L.B. Aplicação foliar de boro e cálcio no feijoeiro. **Científica, Jaboticabal**, p.49, 2006.

STAUT, L.A. Adubação foliar com macro e micronutrientes na cultura da soja. **Fertibio**. p.1, 2006.

YAMADA, T.; LOPES, A.S. Balanço de nutrientes na agricultura brasileira. **Informações Agronômicas**, n.84, p.143, 1998.

VERÍSSIMO, V.; HERTER, F.G.; RODRIGUES, A.C.; TREVISAN, R.; MARAFON, A.C. Níveis de cálcio e boro de gemas florais de pereira (*Pyrus* sp.) no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.1, p.28-31, 2006.

RAIMUNDI, L.D.; Modos de aplicação de boro na cultura da soja. **Revista Cultivando o Saber**, v.6, n.2, p.119, 2013.

RASHID, A.; YASIN, M.; ASHRAF, M.; MANN, R.A. A deficiência de boro em solos calcáreos reduz a produção de arroz e prejudica a qualidade do grão. **International Rice Research Notes**, v.29, p.58-60, 2004.

REPKE, A.R.; CRUZ, S. J.S.; MARTINS, B.M.; SENA, S.; FELIPE, S.J.; DUARTE, P.A.; BICUDO, J.S. Altura de planta, altura de inserção de espiga e número de plantas acamadas de cinco híbridos de milho. **XXIX congresso nacional de milho e sorgo**, p.2, 2012.

ROSOLEM, C.A.; BOARETTO, A.E. A adubação foliar em soja. In: BOARETTO, A.E.; ROSOLEM, C.A. **Adubação foliar**. 1989, 500p.