

Desempeño fisiológico de semillas de soja y fríjol tratadas con dos micronutrientes

Physiological performance of soybean and common bean seeds treated with two micronutrients

Cristiane Deuner^{1*}, Raphael Silva Dutra Pereira², Carolina Terra Borges¹, Mariana Peil da Rosa³, César Iván Suarez Castellanos¹ y Géri Eduardo Meneghello¹

¹ Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Caixa Postal 354, CEP: 96.010-900, Pelotas, RS, Brasil.

² Responsável técnico na ISLA Sementes, Avenida Severo Dullius, 124 - CEP: 90200-310, São João, Porto Alegre – RS.

³ Centro de Genômica e Fitomelhoramento, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Caixa Postal 354, CEP: 96.010-900, Pelotas, RS, Brasil.

* Autor para correspondencia (cdeuner@yahoo.com.br)

Recibido: 10/27/2016; Aceptado: 23/05/2016.

Doi:10.18004/investig.agrar.2016.junio.8-14

RESUMEN

El Cobalto (Co) y el Molibdeno (Mo) son micronutrientes de gran importancia en la familia Fabaceae por hacer parte de la enzima nitrogenasa, sintetizada por bacterias durante el proceso biológico de fijación de nitrógeno por simbiosis. Estos elementos incrementan el rendimiento, sin embargo, pueden afectar el desempeño fisiológico de semillas cuando son usados en el tratamiento de las mismas. Se evaluó el efecto del Co y Mo sobre el desempeño fisiológico de semillas de fríjol y soja tratadas con varias dosis. Se utilizaron dos cultivares de soja - FUNDACEP 55 RR y BMX Potência RR - y dos de fríjol - BRS Esplendor y BRS Campeiro. Los tratamientos consistieron en la variación de las dosis de la siguiente manera: T0: testigo, T1: 50%, T2: 100%, T3: 150% y T4: 200% de la dosis recomendada. Se realizaron análisis de germinación, primer conteo de germinación, longitud de la parte aérea y raíz y masa de la materia seca de la parte aérea y raíz. El tratamiento de semillas de soja con Co y Mo no afecta la germinación de las mismas en dosis hasta 506 mL 100 kg⁻¹ de semillas. La germinación y calidad de semillas de fríjol no son afectadas por el tratamiento de semillas con Co y Mo en dosis hasta 428 mL 100 kg⁻¹ de semillas.

Palabras clave: *Glycine max* (L.) Merr., *Phaseolus vulgaris* L., calidad fisiológica, cobalto, molibdeno.

ABSTRACT

Cobalt (Co) and Molybdenum (Mo) are micronutrients that make up part of the nitrogenase enzyme synthesized by bacteria during the biological process of fixing nitrogen by symbiosis, therefore they are of great importance for the *fabaceae* family. Although both Cobalt (Co) and Molybdenum (Mo) increase yield, they can affect seed's physiological performance when used for seeds treatment. The effect of different doses of cobalt and molybdenum treatment on bean and soybean physiological quality was evaluated. Two soybean cultivars - Fundacep 55 RR and BMX Potência RR - and two bean - BRS Esplendor and BRS Campeiro were used. Treatments consisted of varying the Cobalt and Mo doses as follows: T0: control, T1: 50%, T2: 100%, T3: 150% and T4 200% of the recommended dose. Physiological quality of seeds was assessed by the following tests: germination; first count of germination, shoot and root length and shoot and root dry phytomass. Treating soybean seeds with Co and Mo did not affect seed germination when subjected to doses of up to 506 ml⁻¹ 100 kg of seeds. As for bean seeds, their germination and quality were not affected when treated with cobalt and Molybdenum (Mo) doses of up to 428 ml⁻¹ 100 kg of seeds.

Key words: *Glycine max* (L.) Merr., *Phaseolus vulgaris* L., cobalt, molybdenum, physiological quality.

INTRODUCCIÓN

El fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.) y la soja (*Glycine max* Merrill.) son dos especies de la familia Fabaceae de importancia para la alimentación y economía brasileña. En ese país, el consumo de fríjol por habitante es de más de 16 Kg año⁻¹ (Comisión Técnica Sur-Brasileña de fríjol 2012) y su producción fue estimada en más de tres millones de toneladas en la zafra 2014-2015 (Conab 2015). La soja por su parte, es la cuarta especie con mayor producción a nivel mundial. En Brasil fueron cosechadas entorno de 96 millones de toneladas en la zafra 2014-2015 (Conab 2015).

El cobalto (Co) y el molibdeno (Mo) son micronutrientes importantes para las especies de la familia Fabaceae por formar parte de la enzima nitrogenasa, sintetizada por bacterias durante el proceso de fijación biológica de nitrógeno por simbiosis. El Mo es considerado uno de los elementos esenciales para las plantas (Martens y Westermann 1991) y está relacionado con la formación de algunas enzimas, las cuales son responsables por la transferencia de electrones de las reacciones de formación de las enzimas nitrogenasa, nitrato reductasa y sulfato oxidasa, afectando seriamente el proceso de fijación biológica de nitrógeno cuando hay deficiencia (Lantmann 2002).

El cobalto, es considerado un elemento beneficioso para las plantas (esencial solamente para ciertas especies o sobre condiciones específicas), fundamental para la fijación biológica de N₂, ya que participa en la síntesis de cobalamina y de la leg-hemoglobina. Plantas con deficiencia de Co tienen la producción de vitamina B12 limitada y la fijación de nitrógeno atmosférico reducida (Marschner 1995).

Algunos trabajos citan el uso de Co y Mo relacionados al aumento de la germinación, emergencia de plántulas y fijación biológica de nitrógeno en soja (Binneck et al. 2000, Guerra et al. 2006) y aumento significativo de la productividad en fríjol (Lana et al. 2008).

El suministro de estos micronutrientes puede ser realizado directamente vía suelo, vía foliar o vía tratamiento de semillas. Según Mortvedt (1997), el tratamiento de semillas garantiza una mayor uniformidad de la aplicación en el campo. Como las cantidades requeridas por las plantas son pequeñas, su aplicación vía semilla

constituye una de las formas más prácticas y eficientes de fertilización. Sin embargo, se deben tomar algunos cuidados, pues de acuerdo con Pessoa et al. (2000), altas concentraciones de sales próximas a las semillas pueden perjudicar la emergencia de plántulas, además de causar toxicidad.

Conforme con lo citado anteriormente, el uso de Co y Mo puede traer varios beneficios a los cultivos, sin embargo, cuando son usados en el tratamiento de semillas es fundamental que estos elementos no perjudiquen el desempeño fisiológico de las mismas, para así garantizar el establecimiento del cultivo y la densidad de siembra adecuada.

En este sentido, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes dosis de Co y Mo, aplicados vía tratamiento de semillas, sobre el desempeño fisiológico de semillas de soja y fríjol.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron realizados dos experimentos de manera simultánea, uno con semillas de soja de los cultivares Fundacep 55 RR y BMX Potência RR, y el otro con semillas de fríjol de los cultivares BRS Esplendor y BRS Campeiro. Los dos experimentos fueron llevados a cabo en el Laboratorio Didáctico de Análisis de Semillas del Programa de Pos Graduación en Ciencia y Tecnología de Semillas de la Universidad Federal de Pelotas ubicada en el municipio de Capão do Leão-RS, Brasil.

Las semillas de las dos especies fueron tratadas con diferentes dosis de un producto comercial a base de Co y Mo, con concentraciones de 12,7 y 127 g L⁻¹ respectivamente. La dosis recomendada del producto para tratamiento de semillas es de 150 mL ha⁻¹, la cual equivale a 100% de la dosis para las dos especies. Los tratamientos consistieron en la variación de la dosis recomendada totalizando cinco tratamientos: T0: testigo (semillas no tratadas), T1: 50%. T2, 100%. T3: 150% y T4: 200% de la dosis recomendada. Para determinar la cantidad de producto aplicado a las semillas se consideró la densidad de siembra ideal para cada cultivo, 320.000 plantas ha⁻¹ para soja y 350.000 plantas ha⁻¹ para fríjol, de esta forma se obtuvieron las dosis en mL 100 kg⁻¹ de semillas como aparece en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos en porcentaje del producto con relación a la dosis recomendada y a la cantidad de producto comercial aplicado. Capão do Leão-RS, Brasil. 2015.

Tratamiento	Dosis		
	%	mL 100 kg ⁻¹ semillas de soja	mL 100 kg ⁻¹ semillas de fríjol
0	0	0	0
1	50	127	107
2	100	253	214
3	150	380	321
4	200	506	428

El volumen de la solución de tratamiento (producto + agua destilada) fue de 0,6 L 100 kg⁻¹ de semillas. La solución fue aplicada con ayuda de una pipeta graduada, depositada en el fondo de una bolsa plástica transparente y distribuida por toda la bolsa hasta una altura de 15 cm. Después de este procedimiento, las semillas fueron colocadas en la bolsa y agitadas manualmente, por cerca de 3 min, hasta que el recubrimiento fue homogéneo. Posteriormente, las semillas fueron colocadas para el secado a temperatura ambiente durante un período de 24 h. Finalmente, se procedió a realizar los siguientes análisis con las semillas de las dos especies:

Germinación: fueron utilizadas 4 repeticiones de 50 semillas para cada cultivar y tratamiento, sembradas y distribuidas en rollos de papel de germinación humedecido 2,5 veces el peso del papel seco. Las mismas fueron colocadas en un germinador regulado con temperatura constante de 25°C. Los conteos fueron realizados al quinto y octavo día después de la siembra para las semillas de soja y al quinto y noveno día para las semillas de fríjol, de acuerdo con las Reglas para Análisis de Semillas RAS (Brasil 2009). El resultado fue obtenido en porcentaje de plántulas normales.

Primer conteo de germinación: fue realizado junto con el análisis de germinación, evaluándose el porcentaje de plántulas normales al quinto día después de la siembra para las dos especies, de acuerdo con las RAS (Brasil 2009).

Longitud de la parte aérea y raíz: fueron utilizadas cuatro repeticiones de 15 plántulas por cultivar y tratamiento. Con ayuda de una regla graduada (mm) se obtuvo la longitud de la parte aérea y raíz principal de las plántulas

normales a los 7 días después de la siembra en rollos de papel (Nakagawa 1999).

Masa de la materia seca de la parte aérea y raíz: las mismas plántulas usadas para determinar la longitud, fueron separadas en raíz y parte aérea, posteriormente fueron embaladas en bolsas de papel y secas en estufa a 70 ± 2°C hasta alcanzar peso constante, en ese momento se determinó la masa usando balanza analítica. Los cotiledones no se tuvieron en cuenta para este análisis.

Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y cuando este indicó diferencia estadística se realizó análisis de regresión polinómica de forma independiente para cada cultivar, usándose el software estadístico WinStat 1.0 (Machado y Conceição 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de varianza para soja, se observa que los tratamientos aplicados no tuvieron efecto sobre la germinación de las semillas, la longitud de la parte aérea de las plántulas y la masa de la materia seca de la raíz en el cultivar BMX Potência RR. En cuanto que en el cultivar Fundacep 55 RR, el tratamiento de semillas con Co y Mo no influenciaron sobre la germinación de las semillas, el primer conteo de germinación, la longitud y la masa de la materia seca de la parte aérea de las plántulas (Tabla 2). También se observó que el porcentaje de germinación en los dos cultivares presentó valores encima del exigido para comercialización de semillas en Brasil, el cual es de 80% (Brasil 2005). A su vez, no se observó reducción de la germinación con el uso del producto comercial evaluado en el tratamiento de semillas.

Tabla 2. Promedios de los análisis de germinación (G) y primer conteo de germinación (PCG) de semillas, longitud de la parte aérea (LPA), longitud de la raíz (LR), masa de la materia seca de la parte aérea (MMSPA) y masa de la materia seca de la raíz (MMSR) de plántulas de soja oriundas de semillas tratadas con el producto evaluado. Capão do Leão-RS, Brasil. 2015.

Tratamiento	G ----- (%) -----	PCG	LPA ----- (cm) -----	LR	MMSPA ----- (g) -----	MMSR
BMX Potência RR						
0	95 ns	86	14,4 ns	19,1	0,39	0,10 ns
1	94	87	14,9	18,3	0,39	0,10
2	95	90	13,7	17,5	0,35	0,11
3	97	92	13,5	18,2	0,34	0,09
4	96	92	13,4	16,1	0,32	0,08
Promedio	95	89	14,0	17,8	0,36	0,09
CV%	3,98	4,57	8,43	9,38	8,89	17,87
Fundacep 55 RR						
0	94ns	91ns	11,5 ns	19,3	0,40ns	0,15
1	95	91	10,7	18,4	0,39	0,16
2	93	91	10,1	18,1	0,36	0,13
3	96	93	10,1	18,0	0,40	0,13
4	96	93	10,4	16,6	0,38	0,12
Promedio	95	92	10,6	18,1	0,38	0,14
CV%	4,77	6,88	9,34	9,57	9,99	13,67

^{ns}: no significativo.

Guerra et al. (2006), evaluando el desempeño fisiológico de semillas de soja en función de la fertilización con Mo en la región del cerrado brasileño, concluyeron que la aplicación del elemento vía semilla proporcionó el aumento de la germinación y emergencia de plántulas en campo, resultados similares a los obtenidos en este trabajo, donde se observó que no hubo reducción del desempeño fisiológico de las semillas de soja tratadas con el producto comercial evaluado. Igualmente, Vazquez et al. (2005), estudiaron el efecto de la aplicación, vía semilla y foliar, de Mo y Co sobre la nodulación, producción y desempeño fisiológico de semillas de maní, concluyendo que el uso de esos elementos no interfieren en el desempeño fisiológico de las semillas producidas.

Por su parte, Pereira et al. (2012) estudiando semillas de maíz tratadas con Mo, observaron que el desempeño fisiológico fue influenciado negativamente por dosis crecientes del micronutriente (0; 7,5; 22,5; 67,5; 202,5 g ha⁻¹ de Mo). Sin embargo, se debe resaltar que las dosis mayores usadas en el mencionado experimento fueron 4,5 veces superiores a la mayor dosis usada en este experimento, lo que puede justificar las diferencias en el

desempeño fisiológico de las semillas encontradas entre ambos trabajos.

Según Sfredo y Oliveira (2010), la aplicación de Co y Mo puede promover un aumento de 558 kg ha⁻¹ en la productividad de soja, siendo que en el trabajo realizado por Meschede et al. (2004), los autores verificaron un aumento de 7% en la productividad de esta misma especie. Esos resultados demuestran la importancia y los beneficios del tratamiento de semillas con Co y Mo.

En la Figura 1 se presentan las ecuaciones de regresión de las variables que mostraron respuesta a los tratamientos de los dos cultivares de soja estudiados. Se observa que hubo incremento en el primer conteo de germinación (Figura 1A) de las semillas del cultivar BMX Potência RR hasta la dosis de 150% de la dosis recomendada. En contrapartida, hubo una disminución en la longitud de la raíz (Figura 1B) y en la masa de la materia seca de la parte aérea (Figura 1C). El cultivar Fundacep 55 RR presentó la misma tendencia observada para la longitud de la raíz (Figura 1D) y la masa de la materia seca de la raíz (Figura 1E).

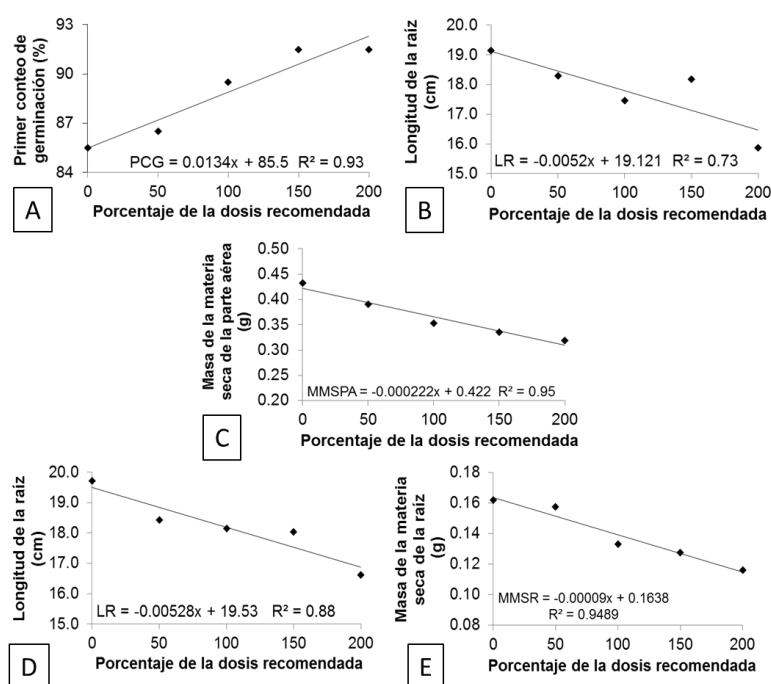


Figura 1. Primer conteo de germinación de semillas (A), longitud de la raíz (B) y masa de la materia seca de la parte aérea (C) de plántulas de soja cultivar BMX Potência RR. Longitud de la raíz (D) y masa de la materia seca de la raíz (E) de plántulas de soja cultivar Fundacep 55 RR expuestas al tratamiento con el producto evaluado. Capão do Leão-RS, Brasil. 2015.

La recomendación oficial de Embrapa (2009), para el tratamiento de semillas es de 12 a 25 g ha⁻¹ de Mo, intervalo donde se encuentran los tratamientos 1 y 2 con las dosis de 50 y 100% de la dosis recomendada y de 1 a 5 g ha⁻¹ de Co, intervalo en el cual se encuentran todos los tratamientos.

Por otra parte, en los cultivares de fríjol (Tabla 3), se observa que el tratamiento de semillas con varias dosis de Co y Mo no influyó ninguna de las variables analizadas, indicando que la aplicación del producto comercial vía tratamiento de semillas no afecta el desempeño fisiológico de las semillas, inclusive con la mayor dosis utilizada, 428 mL 100 kg⁻¹ de semillas.

Estos resultados concuerdan con los encontrados por Smiderle et al. (2008), que evaluando el tratamiento de semillas de fríjol con los micronutrientes Co, Mo y Zn verificaron que la calidad del lote de semillas no fue afectada por los tratamientos aplicados. Otros autores encontraron respuestas positivas en el tratamiento de semillas con Co y Mo, ya sea en el incremento de la productividad o en el desempeño fisiológico de las semillas producidas en varios cultivos (Meschede et al.

2004, Guerra et al. 2006, Tunes et al. 2012), sin embargo, diversos trabajos con aplicación de micronutrientes a través del tratamiento de semillas, en condiciones de laboratorio o de campo, han demostrado que altas concentraciones de sal, como molibdatos, cerca de las semillas, disminuye y atrasa la germinación, reduciendo la densidad de siembra y como consecuencia la productividad (Pessoa et al. 2000, Luchese et al. 2004).

Los resultados encontrados en este trabajo, permiten inferir que los dos cultivares de soja, BMX Potência RR y Fundacep 55 RR, presentan comportamiento similar entre el testigo y los demás tratamientos en las variables de germinación y longitud de la parte aérea, mientras que para los demás parámetros evaluados, la respuesta de los cultivares fue diferenciada para cada tratamiento. Para la longitud de la raíz, los dos cultivares mostraron una disminución de esta variable con el aumento de la dosis del producto comercial evaluado.

El comportamiento de los dos cultivares de fríjol, BRS Esplendor y BRS Campeiro, fue similar entre el testigo y los demás tratamientos en todos los análisis realizados.

Tabla 3. Promedio de los análisis de germinación (G) y primer conteo de germinación (PCG) de las semillas; longitud de la parte aérea (LPA), longitud de la raíz (LR), masa de la materia seca de la parte aérea (MMSPA) y masa de la materia seca de la raíz (MMSR) de plántulas de dos cultivares de fríjol sometidas al tratamiento con el producto comercial evaluado. Capão do Leão-RS, Brasil. 2015.

Tratamiento	G ---- (%) ----	PCG	LPA ---- (cm) ----	LR	MMSPA ---- (g) ----	MMSR
BRS Esplendor						
0	90*ns	85ns	11,4ns	14,9ns	0,47ns	0,16ns
1	90	83	10,7	15,3	0,47	0,15
2	92	89	9,5	15,1	0,56	0,18
3	91	88	9,6	14,3	0,47	0,16
4	88	83	9,6	14,2	0,50	0,17
Promedio	90	85	10,1	14,8	0,50	0,16
CV%	6,07	5,07	14,47	8,06	10,33	14,00
BRS Campeiro						
0	90ns	88ns	8,7ns	14,9ns	0,53ns	0,18ns
1	88	85	9,6	14,7	0,51	0,18
2	91	85	9,1	14,4	0,53	0,19
3	88	83	9,4	14,1	0,54	0,19
4	88	84	8,4	13,9	0,53	0,18
Promedio	89	85	9,4	14,4	0,53	0,19
CV%	6,35	5,04	13,05	7,30	12,51	12,41

ns: no significativo.

CONCLUSIONES

El tratamiento de semillas con el producto comercial a base de Co y Mo en dosis hasta 506 mL 100 kg⁻¹ de semillas (200% de la dosis recomendada) no afecta la germinación de los cultivares de soja BMX Potência y Fundacep 55 RR.

Los parámetros del desempeño fisiológico evaluados en semillas de fríjol para los cultivares BRS Esplendor y BRS Campeiro no son afectados por el tratamiento de semillas con el producto evaluado en dosis hasta 428 mL 100 kg⁻¹ de semillas (200% de la dosis recomendada).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Binneck, E; Barros, ACSA; Vahl, LC. 2000. Inoculação com rhizobium, aplicação de molibdênio e secagem das sementes tratadas de trevo branco. Revista Brasileira de Agrociencia. 6(1):35-38.

Brasil. 2005. Padrões para produção e comercialização de sementes de soja (en línea). BR, Ministerio da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Consultado 25 ago 2015. Disponible en: http://www.agricultura.pr.gov.br/arqui_vos/File/PDF/padroes_soja.pdf

Brasil. 2009. Regras para análise de sementes (en línea). Brasília, BR, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Consultado 25 ago. 2015. Disponible

en http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/2946_regras_analise__sementes.pdf

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento, BR). 2015. Safra 2013/2014: décimo segundo levantamento, 2014 (en línea). BR, CONAB. Consultado 04 de jun. 2016. Disponible en http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_42_03_boletim_graos_setembro_2015.pdf

CTSBF (Comissão Técnica Sul-Brasileira de Feijão, BR). 2012. Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira. 2 ed. Florianópolis, BR, EPAGRI. 157 p.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, BR). 2009. Sistemas de produção (en línea). BR, Embrapa Roraima. Consultado 01 sep. 2015. Disponible en: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/CultivodeSojanoCerra_dodeRoraima/autores.htm

Guerra, CA; Marchetti, ME; Robaina, AD; Souza, CF; Gonçalves, MC; Novelino, JO. 2006. Qualidade fisiológica de sementes de soja em função da adubação com fósforo, molibdênio e cobalto. Acta Scientiarum Agronomy 28(1):91-97.

Lana, RMQ; Pereira, RP; Lana, AMQ; Faria, MV. 2008. Utilização de micronutrientes na cultura do feijoeiro

- cultivado no sistema de plantio direto. *Bioscience Journal* 24(4):58-63.
- Lantmann, AF. 2002. Nutrição e produtividade da soja com molibdênio e cobalto (en línea). BR, EMBRAPA. Consultado 28 ago. 2015. Disponible en www.embrapa.org.br
- Luchese, AV; Gonçalves Junior, AC; Luchese, EB; Braccini, MCL. 2004. Emergência e absorção de cobre por plantas de milho (*Zea mays*) em resposta ao tratamento de sementes com cobre. *Ciência Rural* 24(6):1949-1952.
- Machado, AA; Conceição, AR. 2003. WinStat: sistema de análise estatística para windows: versão 2.0. Pelotas, BR, UFPel/NIA. Consultado 25 ago 2015. Disponible en http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000097&pid=S01013122201100030000500008&lng=en
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. London, UK, Academic. 889 p.
- Martens, DD; Westermann, DT. 1991. Fertilizer applications for correcting micronutrient deficiencies. *In* Michelson, SH. *Micronutrients in Agriculture*. 2 ed. Madison, US, SSSA. p. 549-584.
- Meschede, DK; Braccini, ALE; Braccini, MCL; Scapim, CA; Schuab, SRP. 2004. Rendimento, teor de proteínas nas sementes e características agronômicas das plantas de soja em resposta à adubação foliar e ao tratamento de sementes com molibdênio e cobalto. *Acta Scientiarum Agronomy* 26(2):139-145.
- Mortvedt, JJ. 1997. Sources and methods for molybdenum fertilization in crops. *In* Gupta, UC. *Molybdenum in agriculture*. New York, US, Cambridge University. p. 171-181.
- Nakagawa, J. 1999. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. *In* Krzyzanowski, FC; Vieira, RD; França-Neto, JB. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina, BR, Abrates. p. 151-164.
- Pereira, FRS; Brachtvogel, EL; Cruz, SCS; Bicudo, SJ; Machado, CG; Pereira, JC. 2012. Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas com molibdênio. *Revista Brasileira de Sementes* 34(3):450-456.
- Pessoa, ACS; Luches, EB; Luchese, AV. 2000. Germinação e desenvolvimento inicial de plantas de milho, em resposta ao tratamento de sementes com boro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 24(4):939-945.
- Sfredo, GJ; Oliveira, MCN. 2010. Soja: molibdênio e cobalto. Londrina, BR, Embrapa Soja. 33 p. (Documentos/Embrapa Soja, 322).
- Smiderle, OJ; Miguel, MH; Carvalho, MV; Cícero, SM. 2008. Tratamento de sementes de feijão com micronutrientes embebição e qualidade fisiológica. *Revista Agroambiente* 2(1):22-27.
- Tunes, LM; Pedroso, DC; Tavares, LC; Barbieri, APP; Barros, ACSA; Muniz, MFB. 2012. Tratamento de sementes de trigo com zinco: armazenabilidade, componentes do rendimento e teor do elemento nas sementes. *Ciência Rural* 42(7):1141-1146.
- Vazquez, GH; Carvalho, NM de; Carneiro, LO; Garcia, FP. 2005. Efeito de molibdênio e cobalto sobre a nodulação, produção e qualidade fisiológica de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea*). *Informativo Abrates* 15(1):107.