

Rendimento e qualidade de sementes de soja produzidas sob diferentes manejos nutricionais

Yield and quality of soybean seeds produced under different nutritional managements

Cristiane Deuner^{1*}, Géri E. Meneghello¹, Carolina T. Borges¹, Lucas Griep¹, Andréia S. Almeida¹ e Sidnei Deuner²

¹ PPG em Ciência e Tecnologia de Sementes, Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário S/N, Caixa Postal 354-96010900. Capão do Leão - RS, Brasil. E-mail: *cdeuner@yahoo.com.br, author for correspondence.

² Instituto de Biologia, Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário S/N, Caixa Postal 354-96010-900. Capão do Leão - RS, Brasil.

Recebido/Received: 2014.08.17

Aceite/Accepted: 2015.04.17

RESUMO

A soja possui grande importância econômica na agricultura brasileira e, assim como em outras culturas, a produtividade e a lucro são aspectos fundamentais. A utilização de sementes com elevada germinação e vigor associados a disponibilidade de fertilizantes na dose apropriada é de suma importância para se atingir adequado estande de plantas, elevada produtividade e sementes de qualidade. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do manejo da adubação via tratamento de sementes e aplicação foliar sobre os componentes do rendimento e a qualidade fisiológica de sementes de soja. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições e seis tratamentos, constituídos por uma testemunha e cinco combinações de diferentes nutrientes (CoMo, Completo, Fosfito de potássio, Manganês e CaB). As combinações foram aplicadas via tratamento de sementes ou via foliar em diferentes épocas. Considerando o conjunto de características agronômicas avaliadas o T2 foi o mais eficiente tecnicamente. A semente produzida sob o tratamento 4 apresentou qualidade fisiológica inferior aos demais, considerando as variáveis analisadas.

Palavras-chave: adubação foliar, *Glycine max* (L.) Merrill, tratamento de sementes

ABSTRACT

Soybean has great economic importance in Brazilian agriculture and the productivity and the profitability are key aspects. The employ of seeds with high germination and vigor associated with fertilizer availability and rates is very important to achieve an adequate plant stand, high yield and quality of seeds. In this context, this study aimed to evaluate the effect of the fertilization management through seed treatment and foliar application on yield components and physiological quality of soybean seeds. The experimental design was a randomized block with four replications and six treatments, composing by a control and five different nutrient combinations (CoMo, Complet, Phosphorous Potassium, Manganese and CaB). These combinations were applied through seed treatment or foliar at different times. Considering the set of agronomic traits the treatment 2 is the most efficient technically. Seed produced under the treatment 4 showed physiological quality inferior to the other, considering the variables analyzed.

Keywords: foliar fertilization, *Glycine max* (L.) Merrill, seed treatment

Introdução

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma cultura de grande expressão no Brasil, ocupando cerca de 28 milhões de hectares, com produção de 81,5 milhões de toneladas em 2012/2013 (Conab, 2013). O cres-

cimento da produção e o aumento da capacidade produtiva da soja brasileira foram alcançados, em parte, graças aos avanços científicos e à disponibilização de tecnologias ao setor produtivo, dentre

as quais está a utilização de fertilizantes minerais foliares (Suzana *et al.*, 2012) e a produção e utilização de sementes de elevada qualidade (Peske *et al.*, 2012). Em geral, aumentos sucessivos na produtividade implicam a necessidade de maior disponibilidade de nutrientes às plantas. Sendo assim, a busca de fontes e formas alternativas para o fornecimento de nutrientes é de grande importância, contribuindo para o aumento da produtividade das culturas de forma ecologicamente aceitável e economicamente sustentável (Staut, 2006).

Vários fatores afetam a qualidade fisiológica das sementes, dentre os quais destaca-se o estado nutricional das plantas. A disponibilidade de nutrientes influencia a formação do eixo embrionário e dos cotilédones, com resultados eficazes na qualidade fisiológica (Teixeira *et al.*, 2005). Segundo Delouche (1981), para produzir sementes de alta qualidade é indispensável a realização de adubação adequada.

Conforme Maeda e Mascarenhas (1984), sementes de soja oriundas de plantas desenvolvidas em solos com boa fertilidade e adequado manejo nutricional apresentaram maior germinação e vigor, quando comparadas com aquelas provenientes de plantas cultivadas em solos originalmente sob cerrado, que geralmente apresentam deficiências nutricionais, particularmente de micronutrientes.

Desta forma, o uso de adubos foliares, visando complementar ou suplementar as necessidades nutricionais das plantas, tem papel importante no crescimento e aumento da capacidade produtiva, pois a deficiência de nutrientes limita a produtividade da cultura, além de influenciar nos aspectos fitossanitários das plantas e na qualidade das sementes. Segundo Boaretto e Rosolem (1989), a adubação foliar deve ser utilizada para complementar a adubação no solo e, de acordo com Martens e Westermann (1991), as aplicações foliares devem ser empregadas quando houver aparecimento de deficiências durante os estádios de crescimento das plantas.

O tratamento de sementes com nutrientes também se tem mostrado um forte aliado no incremento da produtividade de diversas culturas (Meschede *et al.*, 2004; Peske *et al.*, 2009; Tunes *et al.*, 2012). Pesquisas comprovam que a aplicação de cobalto (Co) e molibdênio (Mo) pode proporcionar acréscimos de 558 kg ha⁻¹ na produtividade da soja. Esse ganho de rendimento acontece, evidentemente, em

condições de fertilidade dos solos perfeitamente equilibradas, com disponibilidade de macro e micronutrientes, suficientes para atender à demanda de altas produtividades. Entretanto, em função da deficiência de alguns micronutrientes, os rendimentos esperados podem não ser obtidos (Sfredo e Oliveira, 2010).

Várias pesquisas analisando a aplicação de nutrientes via tratamento de sementes e via foliar têm apresentado resultados controversos no que tange aos componentes do rendimento, produtividade e qualidade fisiológica das sementes produzidas, em distintas culturas e sob diferentes condições nutricionais. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do manejo da adubação via tratamento de sementes e aplicação foliar sobre os componentes do rendimento e qualidade fisiológica de sementes de soja.

Material e métodos

O estudo foi conduzido no campo, no ano agrícola de 2011/2012, numa área experimental localizada no estado do Paraná (coordenadas 25° 52' 23" Sul e 50° 23' 01" Oeste), em um solo classificado como Argissolo Vermelho Distrófico (Flores e Garrazzu, 2010) e empregando sementes de soja da cultivar NA 5909 RR.

Na área de cultivo, foi realizada correção do solo com aplicação de calcário na dose de 6 t ha⁻¹ (CaO 28%, MgO 19,5%). Para a adubação de base, foram aplicados 500 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 02-20-15 e termofosfato (composição: P₂O₅ 17,5%, Ca 18%, B 0,1%, Mg 7%, Mn 0,15%, Cu 0,05%, Si 10% e Zn 0,55%), na dose de 400 kg ha⁻¹.

Previamente à sementeira, realizada manualmente e utilizando 17 sementes por metro linear, realizou-se o tratamento das sementes com o fungicida Maxim XL, na dose de 1,5 mL kg⁻¹ de semente e com o inoculante Nitrál urbana, estirpe Semia 5079 e Semia 5080 (*Bradyrhizobium japonicum*), na dose de 4 mL kg⁻¹ de semente.

O ensaio foi conduzido em blocos casualizados, constituídos por seis tratamentos (diferentes manejos nutricionais) e quatro repetições. O tamanho de cada parcela foi de 12 m² (4 m de comprimento por 3 m de largura), contendo sete linhas, espaçadas 0,5 m entre si, com 1 m de espaçamento entre

parcelas e 2 m entre blocos. A área útil foi determinada eliminando-se 0,5 m da bordadura e a linha externa de cada parcela, resultando em 7,5 m².

Os manejos nutricionais testados foram selecionados por serem de uso comum dos produtores de soja e estão descritos no Quadro 1. Os tratamentos que receberam o produto CoMo via tratamento de sementes tiveram a sua aplicação realizada concomitantemente com o fungicida, na dose de 5 mL kg⁻¹ de sementes, equivalente a 150 mL ha⁻¹, e em seguida foi realizada a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*, com posterior sementeira.

mento, sendo a massa estimada para kg ha⁻¹, com umidade ajustada para 13%.

Na segunda etapa do estudo, desenvolvida no Laboratório Didático de Análise de Sementes (LDAS), no departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da UFPel, em Pelotas/RS, buscou-se avaliar a qualidade fisiológica das sementes produzidas, através dos seguintes testes:

Germinação: realizado por meio da sementeira de 200 sementes por tratamento com quatro repetições estatísticas, em rolo de papel *germitest* ume-

Quadro 1 - Manejos nutricionais aplicados na cultura da soja, cv. NA 5909 RR.

Tratamento	Produto	Dose	Momento de aplicação
T1	Testemunha	----	----
T2	CoMo	150 mL ha ⁻¹	Tratamento sementes
	Completo* + Mn	2,0 L + 1,0 L ha ⁻¹	30 dias após emergência (DAE)
	Completo + CaB	1,0 L + 2,0 L ha ⁻¹	Início florescimento
T3	Fosfito Potássico	2,0 L ha ⁻¹	Início formação da vagem – R3
	Completo + CaB	1,0 L + 2,0 L ha ⁻¹	Início florescimento
T4	CoMo	150 mL ha ⁻¹	Tratamento sementes
	Completo	2,0 L ha ⁻¹	30 DAE
T5	Completo	2,0 L ha ⁻¹	30 DAE
	Completo + CaB	1,0 L + 2,0 L ha ⁻¹	Início florescimento
T6	Completo + Mn	2,0 L + 1,0 L ha ⁻¹	30 DAE

CoMo: Mo (127 g L⁻¹), Co (12,7 g L⁻¹); **Completo**: N (198,4 g L⁻¹), K2O (49,6 g L⁻¹), Ca (12,4 g L⁻¹), Mg (6,2 g L⁻¹), Zn (12,4 g L⁻¹), B (0,37 g L⁻¹) e S (12,4 g L⁻¹); **Mn**: Mn (86,8 g L⁻¹), S (55,8 g L⁻¹); **CaB**: Ca (104 g L⁻¹), B (26 g L⁻¹); **Fosfito Potássico**: P2O5 (280 g L⁻¹), K2O (280 g L⁻¹).

As práticas culturais como controle de plantas daninhas, insetos e doenças seguiram as recomendações para a cultura da soja, de acordo com a necessidade, e foram realizadas uniformemente ao longo do experimento.

Quando a cultura atingiu a maturidade de campo (sementes com aproximadamente 19% de umidade), primeiramente foram recolhidas 10 plantas, em sequência, da linha central de cada parcela, para determinar as características morfológicas - altura das plantas, altura de inserção da primeira vagem e diâmetro do colo -, agronômicas - número de ramificações por planta e de vagens por planta - e componentes do rendimento - número e massa de sementes por planta. As demais plantas da área útil foram colhidas manualmente e posteriormente trilhadas mecanicamente para verificar o rendi-

decido com água destilada na quantidade equivalente a 2,5 x a massa do papel. Os rolos foram colocados em germinador à temperatura constante de 25 °C, sendo as avaliações realizadas aos cinco e oito dias, contabilizando-se as plântulas normais (Brasil, 2009); *Primeira contagem da germinação*: realizado conjuntamente com o teste de germinação, sendo a contagem das plântulas normais executada aos cinco dias após o início do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009); *Massa de 1000 sementes*: para a determinação, foram tomadas oito repetições contendo cada uma 100 sementes, pesadas em balança analítica. Posteriormente, todas as amostras foram transformadas para teor de água de 13%, determinando-se a massa de 1000 sementes (Brasil, 2009); *Teste de frio*: foram semeadas 200 sementes por tratamento com quatro repetições estatísti-

cas, em rolos de papel *germitest*, conforme teste de germinação. Os rolos contendo as sementes foram acondicionados em sacos plásticos e armazenados em refrigerador por sete dias a 10 °C. Após esse período, os rolos foram retirados dos sacos plásticos e levados ao germinador onde permaneceram durante cinco dias à temperatura constante de 25 °C, avaliando-se, ao final deste período, o número de plântulas normais (Barros *et al.*, 1999); *Envelhecimento acelerado*: analisaram-se 200 sementes por tratamento, com quatro repetições estatísticas, empregando o método do gerbox adaptado. As sementes foram espalhadas em camada única sobre uma tela suspensa dentro de caixas plásticas gerbox, contendo 40 mL de água. Posteriormente, as caixas permaneceram em câmara BOD, a 41 °C, por 48-h (Krzyzanowski *et al.*, 1999). Após este período, as sementes foram colocadas para germinar conforme metodologia descrita para o teste de germinação (Brasil, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais. *Comprimento de plântula*: realizou-se a sementeira de 80 sementes por tratamento, divididas em quatro repetições de 20 sementes, distribuídas manualmente no sentido longitudinal em folhas de papel germitest, previamente umedecido com água destilada na proporção de 2,5 x a massa do papel. Em seguida, os rolos foram colocados em posição vertical em germinador regulado à temperatura de 25 °C, por sete dias. Após este período, mediram-se as plântulas normais, separando-se parte aérea e raiz, utilizando régua milimetrada, sendo o resultado expresso em cm (Nakagawa, 1999); *Massa seca*: a determinação da biomassa seca das plântulas foi realizada em conjunto com o teste anterior, removendo-se os cotilédones das plântulas normais. As partes aérea e raiz foram separadas e cada repetição colocada em sacos de papel e levada para secar em estufa com circulação forçada de ar, regulada à temperatura de 60 ± 2 °C, até atingir massa constante. Após, as amostras foram colocadas para resfriar em dessecadores e pesadas em balança com precisão de quatro casas decimais (0,0001 g), sendo os resultados expressos em mg plântula⁻¹ (Nakagawa, 1999).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo programa estatístico SASM-Agri e posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade. Dados em porcentagem oriundos da qualidade fisiológica foram submetidos à transformação arc.sen (raiz x/100) (Canteri *et al.*, 2001).

Resultados e discussão

Para os caracteres morfológicos (altura de plantas, altura da inserção da primeira vagem e diâmetro do colo) e agronômicos (número de vagens por planta e número de ramificações por planta) avaliados a campo para a cv. de soja 'NA 5909 RR', foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para quatro das cinco variáveis estudadas (Quadro 2). Apenas o número de vagens por planta não diferiu entre os tratamentos.

A altura das plantas foi superior no tratamento T2, onde o manejo nutricional foi constituído de CoMo (via tratamento de sementes), Completo + Manganês (30 DAE), Completo + CaB (no início do florescimento) e Fosfito Potássico (no início da formação das vagens), comparativamente aos demais tratamentos. Para a altura de inserção da primeira vagem, apenas para o tratamento T4, constituído pela aplicação de CoMo (via tratamento de sementes) e Completo (30 DAE), o valor observado se manteve dentro da média descrita para a cultivar, que é de 16-19 cm para o estado do Paraná (Nidera Sementes, 2013). Para os demais tratamentos, estes valores foram significativamente superiores. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que no início do florescimento houve chuva de granizo que danificou parcialmente as folhas, induzindo as plantas a investirem em crescimento vegetativo por um período maior.

O diâmetro do colo foi superior nos tratamentos T2 (CoMo, Completo + Manganês, Completo + CaB e Fosfito Potássico), T3 (Completo + CaB, aplicado no início do florescimento), T4 (CoMo e Completo) e T6 (Manganês + Completo, aplicado aos 30 DAE). É importante ressaltar que, em relação à altura das plantas, a melhor resposta foi observada no tratamento T2 que também resultou, numericamente, no maior diâmetro do colo.

Segundo Araújo (2011), o caule não somente atua como suporte de folhas e inflorescências, mas principalmente como estrutura destinada ao armazenamento de sólidos solúveis que serão utilizados na formação das sementes. Desta forma, assim como a altura das plantas, o diâmetro caulinar da planta é muito importante para obtenção de alta produtividade, pois quanto maior o diâmetro caulinar, maior a capacidade da planta em armazenar fotoassimilados que contribuirão para formação de fibras e sementes.

Quadro 2 - Altura de plantas (AP); altura da inserção da primeira vagem (A1^aV); diâmetro do colo (DC); número de vagens por planta (V/P) e número de ramificações por planta (R/P) em plantas de soja, cv. NA 5909 RR, submetidas a diferentes manejos nutricionais.

Tratamento	AP (cm)	A1 ^a V (cm)	DC (mm)	V/P (n ^o)	R/P (n ^o)
T1*	66,0b	20,7a	8,6b	38,0a	5,3a
T2	78,3a	20,8a	9,7a	40,2a	4,9b
T3	68,5b	21,0a	9,3a	40,5a	4,8b
T4	71,0b	17,0b	9,5a	41,7a	5,6a
T5	72,1b	21,8a	8,3b	37,6a	4,6b
T6	67,3b	20,7a	9,2a	41,3a	4,7b
CV (%)	4,4	5,8	4,9	7,0	8,4

*T1- Testemunha; T2- CoMo (via tratamento de sementes), Completo + Manganês (30 DAE), Completo + CaB (início do florescimento) e Fosfito Potássico (início da formação da vagem); T3- Completo + CaB (início do florescimento); T4- CoMo (via tratamento de sementes) e Completo (30 DAE); T5- Completo (30 DAE) e Completo + CaB (início do florescimento); T6- Manganês + Completo (30 DAE). Para cada tratamento foram avaliadas 10 plantas por bloco. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

Em relação aos caracteres agrônômicos, o número de vagens por planta não diferiu significativamente entre os tratamentos. Resposta semelhante foi encontrada por Marcondes e Caires (2005), onde os tratamentos contendo molibdênio e cobalto aplicado via sementes de soja não diferiram da testemunha para o número de vagens por planta.

Já o número de ramificações por planta apresentou diferença significativa, sendo superior nas plantas do tratamento testemunha (T1) e no tratamento T4 (CoMo e Completo). É possível que este resultado tenha ocorrido em função da ação do nutriente molibdênio, juntamente com o nitrogênio, que acarreta

maior desenvolvimento vegetativo, consequentemente, aumentando o número de ramos nas plantas.

Para as variáveis relacionadas aos componentes do rendimento apresentados no Quadro 3, não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto à quantidade total de sementes, mas em relação à massa de sementes, sendo os tratamentos T2 (CoMo, Completo + Manganês, Completo + CaB e Fosfito Potássico) e T6 (Manganês + Completo) superiores aos demais.

Ainda, analisando o rendimento das plantas através da produção de sementes expressa em Kg por

Quadro 3 - Quantidade total de sementes (QTS) e Massa de sementes (MS) avaliadas em 10 plantas de soja e Rendimento e Massa de 1000 sementes oriundas de plantas de soja, cv. NA 5909 RR, submetidas a diferentes nutrientes aplicados via tratamento de sementes e via foliar.

Tratamento	QTS (n ^o)	MS (g)	Rendimento (kg ha ⁻¹)	Massa 1000 sementes (g)
T1*	77,1a	13,2b	4.032a	175,6a
T2	78,3a	14,6a	4.220a	174,3a
T3	78,0a	12,6b	3.794b	174,4a
T4	82,8a	13,2b	3.219d	169,6b
T5	73,5a	12,5b	4.079a	174,2a
T6	83,5a	14,4a	3.667c	169,0b
CV (%)	6,74	7,94	3,1	0,84

*T1- Testemunha; T2- CoMo (via tratamento de sementes), Completo + Manganês (30 DAE), Completo + CaB (início do florescimento) e Fosfito Potássico (início da formação da vagem); T3- Completo + CaB (início do florescimento); T4- CoMo (via tratamento de sementes) e Completo (30 DAE); T5- Completo (30 DAE) e Completo + CaB (início do florescimento); T6- Manganês + Completo (30 DAE). Para cada tratamento foram avaliadas 10 plantas por bloco. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

hectare, pode-se inferir que a disponibilidade de nutrientes existentes no solo, somados à adubação realizada previamente à sementeira, mostrou-se eficiente, proporcionando boa produtividade de sementes, visto que as plantas do tratamento testemunha, que não receberam manejo nutricional durante seu cultivo, alcançaram rendimento de 4.032 kg ha⁻¹, considerada alta quando comparada à média do estado do Paraná nas safras de 2010/2011 e 2011/2012, que foi de 3.360 e 2.455 kg ha⁻¹, respectivamente (Conab, 2012). Além do tratamento testemunha, os tratamentos T2 e T5 resultaram em rendimento significativamente superior aos demais (Quadro 3).

É importante destacar que, neste trabalho, buscou-se simular a realidade adotada pela maioria dos sojicultores, que realiza a análise do solo, faz a adubação de acordo com a recomendação, mas, mesmo assim, realiza rotineiramente a adubação via tratamento de sementes e/ou foliar sem, muitas vezes, ter o laudo do teor dos micronutrientes que contém no solo, principalmente do Co e Mo, e sem realizar posteriormente uma análise foliar para averiguar possíveis carências nutricionais.

De forma semelhante ao rendimento, a massa de 1000 sementes também foi significativamente superior nos tratamentos testemunha, T2 e T5, incluindo valor significativamente superior também para o tratamento T3.

Kappes *et al.* (2008) estudando o efeito de doses e épocas da aplicação foliar de boro sobre características agrônomicas e a qualidade de sementes de soja não observaram resultados significativos em relação à massa de 100 sementes. Segundo Pandey e Torrie (1973), a massa de 100 sementes é uma característica determinada geneticamente, mas influenciada pelo ambiente.

Ben *et al.* (1993) verificaram que não houve efeito benéfico dos fertilizantes foliares contendo cálcio de forma isolada ou a 10%, ou de boro a 4,5%, junto com outros micronutrientes sobre o rendimento da cultura da soja, em duas épocas de sementeira.

Porém, Melo Filho *et al.* (2011), estudando o efeito da adubação molíbdica em feijoeiro no Cone Sul de Rondônia, constataram que o número de vagens por planta foi influenciado pelas doses de molibdênio. A produção média com a dose estimada de 60 g ha⁻¹ de Mo foi 12,9% superior à obtida sem a adubação molíbdica. Porém, com dose acima de 60

g ha⁻¹ de Mo, houve tendência de queda no número de vagens por planta.

Lima (2006), estudando o efeito do molibdênio e cálcio via aplicação nas sementes, verificou que não houve efeito significativo das doses de molibdênio no desenvolvimento, na nodulação e na produção de sementes de soja, dados que concordam com os observados por Meschede *et al.* (2004), que não obtiveram diferenças significativas para a altura de plantas, quando da aplicação de molibdênio e cobalto via tratamento de sementes e também via foliar, diferentemente do observado neste trabalho, onde observou-se incrementos de 12 cm na altura de plantas em relação à testemunha. Salienta-se, porém, que este aumento não significa necessariamente aumento de produtividade, podendo inclusive ser um aspecto negativo por predispor as plantas ao acamamento.

Marcondes e Caires (2005) também não encontraram influência significativa das doses de molibdênio utilizadas (0 e 48 g ha⁻¹) sobre a altura das plantas de soja, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e rendimento de grãos. Por outro lado, Meschede *et al.* (2004) concluíram que o tratamento com molibdênio e cobalto via sementes promoveu aumento significativo (7%) na produtividade da soja.

Segundo Gris *et al.* (2005), a calagem pode corrigir a deficiência de molibdênio, desde que o solo tenha teores adequados deste micronutriente, considerando que a atividade do molibdato aumenta 100 vezes para cada unidade de aumento de pH.

Além da calagem, outras práticas culturais tendem a afetar a disponibilidade dos micronutrientes, como: adubação fosfatada (H₂PO₄⁻ x Zn²⁺ ou Cu²⁺ ou Mn²⁺), isto é, formação de precipitados pouco solúveis do H₂PO₄⁻ com cátions metálicos; desbalanceamento entre cátions metálicos, causando a chamada inibição competitiva, na qual a presença de um íon A diminui a absorção do íon B por competirem pelo mesmo carregador, como por exemplo, o Cu²⁺ que inibe o Zn²⁺ e o Fe²⁺; o Fe²⁺ inibe o Mn²⁺ e o Mn²⁺ que inibe o Zn²⁺ (Vitti e Trevisan, 2000). Esta complexa interação entre os diversos nutrientes contribui para que os resultados das inúmeras pesquisas realizadas sobre o assunto ainda não apontem para um resultado preciso.

As sementes oriundas da primeira etapa do experi-

Quadro 4 - Porcentagem de germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), teste de frio (TF), envelhecimento acelerado (EA), comprimento total de plântula (CP) e massa seca total (MS) de sementes oriundas de plantas de soja, cv. NA 5909 RR, submetidas a diferentes nutrientes aplicados via tratamento de sementes e via foliar.

Tratamento	G (%)	PCG (%)	TF (%)	EA (%)	CP (cm)	MS (mg)
T1*	94a	87a	82b	72a	37,0a	48,4a
T2	91b	85a	85a	64b	36,8a	50,7a
T3	95a	87a	81b	72a	37,9a	44,7b
T4	90b	83a	81b	63b	33,4b	47,5a
T5	91b	87a	85a	65b	36,8a	48,6a
T6	94a	87a	86a	61b	36,7a	48,7a
CV (%)	1,92	3,09	2,95	2,55	3,25	3,84

*T1- Testemunha; T2- CoMo (via tratamento de sementes), Completo + Manganês (30 DAE), Completo + CaB (início do florescimento) e Fosfito Potássico (início da formação da vagem); T3- Completo + CaB (início do florescimento); T4- CoMo (via tratamento de sementes) e Completo (30 DAE); T5- Completo (30 DAE) e Completo + CaB (início do florescimento); T6- Manganês + Completo (30 DAE). Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

mento realizado a campo foram submetidas à análise de sua qualidade fisiológica em condições de laboratório (Quadro 4). No teste de germinação, a maior porcentagem foi observada nos tratamentos testemunha (T1), T3 (Completo + CaB) e T6 (Manganês + Completo), diferindo significativamente dos demais, embora todos os tratamentos tenham apresentado valores acima do exigido para comercialização de sementes de soja no Brasil, que é de 80 % (Brasil, 2005).

Na primeira contagem da germinação, nenhuma diferença entre os tratamentos foi observada (Quadro 4). Quanto ao teste de frio, as sementes que apresentaram melhor resposta foram as dos tratamentos T2 (CoMo, Completo + Manganês, Completo + CaB, Fosfito Potássico), T5 (Completo, Completo + CaB) e T6 (Manganês + Completo) e, em relação ao envelhecimento acelerado, a testemunha (T1) e o tratamento T3 (Completo + CaB) apresentaram resultados superiores. Para a produção de biomassa, a variável comprimento de plântula apresentou menor incremento somente no tratamento T4 (CoMo e Completo) e para a massa seca, média inferior foi observada no T3 (Completo + CaB).

Conforme observado nos resultados de germinação das sementes, os tratamentos contendo cobalto e molibdênio (T2 e T4), juntamente com o tratamento T5 (Completo: 30 DAE e Completo + CaB aplicado no início do florescimento) apresentaram médias inferiores aos demais. Bassan *et al.* (2001) citam que a germinação de sementes de feijão, cv. Pérola, foi prejudicada pela adubação molíbdica, tendo a dose de 75 g ha⁻¹ deste nutriente reduzido a germinação.

Marcondes e Caires (2005) observaram sintomas de toxicidade em soja, com aplicações superiores a 3,4 g ha⁻¹ de cobalto, com reflexos na produtividade acima de 5%. Conforme Bays *et al.* (2007), a aplicação conjunta de micronutrientes (CoMoB) até a dose de 2 mL kg⁻¹ de sementes juntamente com fungicida (carbendazima+tirame) e polímero sintético não prejudica a qualidade fisiológica da semente de soja, desde que observado o limite de 6mL kg⁻¹ de sementes em relação à calda final.

Conforme Teixeira *et al.* (2005), a qualidade fisiológica de sementes de feijão não é influenciada pela adubação foliar com zinco. De forma semelhante, Marcarello *et al.* (2012) verificaram que a aplicação foliar de Co e Mo não interferiu na melhoria da qualidade fisiológica de sementes de feijão. Silva *et al.* (2007), estudando a aplicação de micronutrientes em cultivares de feijão, entre eles Co e Mo, não observaram diferenças significativas para o vigor avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado considerando a adubação. Entretanto, as cultivares estudadas apresentaram valores diferentes entre si. Em contrapartida, Guerra *et al.* (2006) concluíram que o Mo e Co aplicados via tratamento das sementes incrementaram a germinação e a emergência a campo em sementes de soja.

Conclusões

Considerando o conjunto de características agrônomicas avaliadas o tratamento - CoMo (via tratamento de sementes), Completo + Manganês (30 DAE), Completo + CaB (início do florescimento) e

Fosfito Potássico (início da formação da vagem) - foi o mais eficiente tecnicamente.

A semente produzida sob o tratamento - CoMo (via tratamento de sementes) e Completo (30 DAE) - apresentou qualidade fisiológica inferior aos demais, considerando as variáveis analisadas.

Referências bibliográficas

- Araújo, É. de O. (2011) - *Interação boro e zinco no cultivo do algodoeiro*. Dissertação de Mestrado. Mato Grosso do Sul. Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul. 55p.
- Barros, A.S.R.; Dias, M.C.L.L.; Cícero, S.M. e Krzyzanowski, F.C. (1999) - Testes de frio. In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D. e França-Neto, J.B. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES. cap.5, p.1-15.
- Bassan, D.A.Z.; Arf, O.; Buzetti, S.; Carvalho, M.A.C.; Santos, N.C.B. e Sá, M.E. (2001) - Inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio e molibdênio na cultura do feijão de inverno: Produção e qualidade fisiológica de sementes. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 23, n. 1, p.76-83.
- Bays, R.; Baudet, L.; Henning, A.A; Lucca Filho, O. (2007) - Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e Polímero. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 29, n. 2, p.60-67.
- Ben, J.R.; Pottker, D. e Medeiros, L.A. (1993) -Avaliação de fertilizantes foliares para a soja. In: *REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL*, 21. Santa Rosa. Soja; Resultados de Pesquisa 1992-1993. Santa Rosa: Cooperativa Mista Missões. (Embrapa-CNPT. Documentos, 9). 199 p.
- Boaretto, A.E. e Rosolem, C.A. (1989) - Adubação foliar: Conceituação em prática. In: Boaretto, A.E. e Rosolem, C.A. *Adubação foliar*. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, vol. 2, p. 301-320.
- Brasil (2005) - Padrões para produção e comercialização de sementes de soja [em linha]. [citado 2014-04-22]. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/padroes_soja.pdf> Acesso em: dezembro de 2013.
- Brasil (2009) - *Regras para análise de sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: Mapa/ACS. 399 p.
- Canteri, M.G.; Althaus, R.A.; Virgens Filho, J.S.; Giglioti, E.A. e Godoy, C.V. (2001) - SASM-Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Skott-Knott, Tukey e Duncan. *Revista Brasileira de Agrocomputação*, vol. 1, n. 2, p.18-24.
- Conab (2012). Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Décimo levantamento Julho/2012. [citado 2013-01-16]. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>
- Conab (2013) - Acompanhamento da safra brasileira de grãos. v. 1 - Safra 2013/14, n. 2 - *Segundo Levantamento*, Brasília, p. 1-66. [citado 2014-03-15]. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_11_11_08_54_13_boletim_portugues_novembro_2013_-_ok.pdf>
- Delouche, J.C. (1981) - Metodologia de pesquisa em sementes: III. Vigor, envigoramento e desempenho no campo. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 3, n. 2, p. 57-64.
- Flores, C.A. e Garrastazu, M.C. (2010) -Levantamento Detalhado dos Solos: Área Experimental 1 - Petrobras/SIX São Mateus do Sul, PR. *Documentos*, 314. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 60 p.
- Gris, E.P.; Conte, A.M. e Oliveira, F.F. (2005) - Produtividade da soja em resposta à aplicação de molibdênio e inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*. *Revista Brasileira Ciência Solo*, vol. 29, p. 151-155.
- Guerra, C.A.; Marchetti, M.E.; Robaina, A.D.; De Souza, C.F.; Gonçalves, M.C. e Novelino, J.O. (2006) - Soybean seed physiological quality in function of phosphorus, molybdenum and cobalt fertilization. *Acta Scientiarum Agronomy*, vol. 8, n. 1, p. 91-97.
- Kappes, C.; Golo, A.L. e Carvalho, M.A.C. (2008) -Doses e épocas de aplicação foliar de boro nas características agronômicas e na qualidade de sementes de Soja. *Scientia Agraria*, vol. 9, n.3, p. 291-297.
- Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D. e França Neto, J.B. (1999) -*Vigor de sementes: conceitos e testes*. ABRATES: Londrina. 218 p.
- Lima, E.R. (2006) -*Molibdênio e cálcio via semente no desenvolvimento, nodulação e produção de sementes de soja*. Dissertação de Mestrado. São Paulo. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". 44 p.
- Maeda, J.A. e Mascarenhas, H.A.A. (1984) - Qualidade da semente de soja produzida em solo

- de cerrado virgem, cerrado recuperado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 11, n. 19, p. 1359-1364.
- Marcarello, A.; Yamashita, O.M. e Carvalho, M.A.C. (2012) - Qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro em função da aplicação foliar de cobalto e molibdênio. *Global Science Technology*, vol. 05, n. 02, p. 121 – 132.
- Marcondes, J.A.P. e Caires, E.F. (2005) - Aplicação de molibdênio e cobalto na semente para cultivo da soja. *Bragantia*, vol. 64, n. 4, p. 687-694.
- Martens, D. e Westermann, D.T. (1991) - Fertilizer applications for correcting micronutrient deficiencies. In: Michelson, S.H. *Micronutrients in Agriculture*. 2 ed. Madison: SSSA, p.549-584.
- Melo Filho, L.C.; Camargo, S.L.; Leite, U.T. e Lima, A.A. (2011) - Adubação molíbdica em feijoeiro no Cone Sul de Rondônia. *Revista Brasileira de Agrociência*, vol. 17, n. 2-4, p. 228-233.
- Meschede, D.K.; Braccini, A. de L.E.; Braccini, M. do C.L.; Scapim, C.A. e Schuab, S.R.P. (2004) - Rendimento, teor de proteínas nas sementes e características agrônomicas das plantas de soja em resposta à adubação foliar e ao tratamento de sementes com molibdênio e cobalto. *Acta Scientiarum Agronomy*, vol. 26, n. 2, p. 139-145.
- Nakagawa, J. (1999) - Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D. e França-Neto, J. B. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, p.2.1-2.24.
- Nidera Sementes (2013) – [citado 2013-09-12]. Disponível em: <http://www.niderasementes.com.br/produto_detalhe.aspx?id=95>
- Pandey, J.P. e Torrie, J.H. (1973) - Path coefficient analysis of seed yield components in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Crop Science*, vol. 13, n. 5, p.05-507.
- Peske, F.B.; Baudet, L.L. e Peske, S.T. (2009) - Produtividade de plantas de soja provenientes de sementes tratadas com fósforo. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 31, n. 1, p. 95-101.
- Peske, S.T.; Barros, A.C.S. de A. e Schuch, L.O.B. (2012) - Produção de sementes. In: Peske, S.T.; Villela, F.A. e Meneghello, G.E. (Orgs.) *Sementes: Fundamentos Científicos e tecnológicos*. 3.ed. Pelotas: Editora Universitária/UFPel, p. 13-104.
- Sfredro, G.J. e Oliveira, M.C.N. (2010) - *Soja: molibdênio e cobalto*. Londrina: Embrapa Soja. (Documentos/Embrapa Soja, 322).
- Silva, R.G.; Caldas, I.J.G.; Araújo, A.L.S.; Figueiredo, C.C.; Souza, C.H.E. e Silva, D.G. (2007) - Adubação com micronutrientes na produtividade e qualidade fisiológica de sementes de cultivares de feijão comum. *Revista Trópica*, vol. 1, n. 1, p. 41-49.
- Staut, L.A. (2006) - *Adubação foliar com macro e micronutrientes na cultura da soja*. Fertbio [em linha]. [citado 2013-11-25]. Disponível em:<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/574758/1/32016.pdf>>
- Suzana, C.S.; Brunetto, A.; Marangon, D.; Tonello, A.A. e Kulczynski, S.M. (2012) - Influência da adubação foliar sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas. *Enciclopédia Biosfera*, vol. 8, n. 15, p. 2385-2392.
- Teixeira, I.R.; Borém, A.; Araújo, G.A.A. e Andrade, M.J.B. (2005) - Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta à adubação foliar com manganês e zinco. *Bragantia*, vol. 64, n. 1, p. 83-88.
- Tunes, L.M.; Pedroso, D.C.; Tavares, L.C.; Barbieri, A.P.P.; Barros, A.C.S.A. e Muniz, M.F.B. (2012) - Tratamento de sementes de trigo com zinco: armazenabilidade, componentes do rendimento e teor do elemento nas sementes. *Ciência Rural*, vol. 42, n. 7, p. 1141-1146.
- Vitti, G.C. e Trevisan, W. (2000) - Manejo de macro e micronutrientes para alta produtividade da soja. *POTAFOS. INFORMAÇÕES AGRO-NÔMICAS N° 90*. 16 p.