

APLICAÇÃO DE MOLIBDÊNIO VIA SEMENTES E SEUS EFEITOS NA NODULAÇÃO, ATIVIDADE ENZIMÁTICA E QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA

Henrique Lopes Chagas¹, Bruna Barreto dos Reis², Guilherme Silveira Acosta¹,
Rodrigo Rocha Rodrigues¹, Jucilayne Fernandes Vieira³

1 Graduando da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel Universidade Federal de Pelotas (henrique2106@gmail.com).

2 Eng. Agrônoma Mestranda no Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas.

3 Eng. Agrônoma Doutora, Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas.

Recebido em: 31/03/2015 – Aprovado em: 15/05/2015 – Publicado em: 01/06/2015

RESUMO

A soja é uma cultura de grande impacto no meio econômico mundial, com ampla importância nutricional devido ao seu alto teor proteico. O tratamento de sementes com molibdênio se mostra capaz de incrementar o vigor, elevar a expressão de enzimas relacionadas à fixação de nitrogênio e melhorar caracteres agrônômicos importantes para a produção de sementes. Os objetivos do presente trabalho foram avaliar a atividade da enzima nitrato redutase, e o desempenho de sementes produzidas a partir de plantas oriundas de sementes tratadas com diferentes doses de molibdênio. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com quatro repetições, os tratamentos foram constituídos de 5 doses de molibdato de sódio (Na_2MoO_4): zero; 16; 32; 48; 64 g.100kg^{-1} de sementes. Durante a condução do experimento foram realizadas coletas de folhas no estágio reprodutivo (R2) para avaliação da atividade nitrato redutase. As plantas restantes foram cultivadas até a fase de maturação fisiológica de campo, posteriormente realizando-se a avaliação dos caracteres agrônômicos e da qualidade fisiológica das sementes produzidas. Via sementes, as doses de molibdato de sódio não influenciaram o vigor inicial das sementes produzidas. As doses do sal promoveram aumento na expressão da atividade da enzima nitrato redutase. O molibdênio aplicado via sementes proporcionou acréscimos na produção de vagens por planta. As doses de molibdênio afetaram positivamente a variável peso de mil sementes até a dose de 48,3 g.100kg^{-1} de semente.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine Max* (L.) Merrill, Micronutriente, tratamento de sementes

APPLICATION OF MOLYBDENUM VIA SEEDS AND ITS EFFECT ON NODULATION, NITRATE REDUCTASE ACTIVITY AND PHYSIOLOGICAL SOYBEANS SEED QUALITY

ABSTRACT

Soy is a great impact culture in the world economy, with extensive nutritional importance due to its high protein content. Seed treatment with molybdenum has

shown able to enhance the vigor, increase the expression of enzymes related to nitrogen fixation and improve agronomic important characteristics for seed production. The aims of this study were to evaluate the activity of the enzyme nitrate reductase, and the performance of seeds produced from plants grown from seeds treated with different doses of molybdenum. The experimental design was a randomized block with four replications and the treatments consisted of five doses of sodium molybdate (Na_2MoO_4): zero; 16; 32; 48; 64 g.100 kg⁻¹ of seed. During the experiment, leaf samples were taken in the reproductive stage (R2) to evaluate nitrate reductase activity. The remaining plants were grown to the stage of field physiological maturity, then performing the evaluation of agronomic traits and physiological seed quality. Via seeds, the doses of sodium molybdate did not affect the initial vigor of the seeds produced. The salt doses caused an increase in the expression of the enzyme nitrate reductase activity. Molybdenum applied via seeds provided increases in the production of legumen per plant. Molybdenum doses positively affected the weight of a thousand seeds until the dose of 48.3 g.100kg⁻¹ seed.

KEYWORDS: *Glycine max* (L.) Merrill, seed treatment, micronutrients.

INTRODUÇÃO

A Soja *Glycine max* (L.) Merrill é uma das principais culturas produzidas no Brasil, além disso, é de grande exploração em diversos países do mundo. Segundo CONAB (2015), a área cultivada na safra 14/15 foi de 31,3 milhões de hectares, 3% superior quando comparado a safra anterior, com uma produtividade de aproximadamente 3 mil kg.ha⁻¹, com um acréscimo de 4% em relação a safra 13/14. A produção na safra 14/15 é estimada em 93 milhões de toneladas, cerca de 8% superior a safra anterior. Atualmente, segundo o levantamento para a safra mundial de soja 2014/15, estima-se uma produção de aproximadamente 314,4 milhões de toneladas, superando em 10% a safra de 2013/14 (USDA, 2015).

Neste contexto de alta produtividade se faz necessário à utilização de técnicas de manejo do solo, nutrição de plantas e controle de pragas para alcançar patamares cada vez mais elevados e para isso, o uso de micronutrientes como o molibdênio é essencial para atingir essas metas, devido a este ser um micronutriente essencial para a produção de nódulos e fixação de nitrogênio pelas plantas (FAROOQ et al., 2012).

Sementes de soja de alta qualidade fisiológica promovem grandes chances de se obter sucesso na implantação da lavoura. Dessa forma, a utilização de sementes de alto vigor, pode garantir uma população de plantas adequada sobre diferentes condições ambientais de campo, tanto no momento de emergência como também no estabelecimento da lavoura, proporcionando uma maior velocidade na emergência e maiores vantagens no aproveitamento de água, luz e nutrientes (HENNING et al., 2010).

O tratamento de sementes vem sendo fortemente utilizado na cultura da soja, para proteger as sementes durante a germinação e as plântulas durante a emergência, além de também fornecer nutrientes para as fases iniciais da cultura. Em um estudo de FAROOQ et al. (2012), os autores relataram que a alta eficácia do recobrimento de sementes de soja com molibdênio, melhora o desempenho da cultura em diversos aspectos como: altura de planta, índice de área foliar, número de vagens por planta, peso de mil sementes, entre outros. Dentre as vantagens do tratamento de sementes podemos citar: melhor disponibilidade inicial de nutrientes,

baixo custo de aplicação e melhor uniformidade de distribuição do produto sobre o alvo.

Dentre as diversas formas de se disponibilizar molibdênio para as plantas podemos citar a aplicação via sementes, via foliar e via solo. A aplicação via sementes possui a vantagem de aplicar molibdênio com baixo custo, facilidade e grande eficiência de aplicação realizada anteriormente à inoculação das mesmas. Segundo TONG & SADOWSKY, (1994) doses altas de molibdênio podem afetar as bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, podendo assim diminuir o número de células viáveis na superfície da semente e, de tal modo, prejudicar a nodulação e a fixação biológica do nitrogênio.

Dentro do processo de fixação biológica do nitrogênio, o molibdênio participa como um dos catalizadores da enzima nitrogenase, responsável pela transformação do nitrogênio atmosférico em amônia, além de participar do complexo enzimático da nitrato redutase, responsável pela assimilação do nitrato pelas plantas, atuando como doador de elétrons (TAIZ & ZEIGER, 2004). Além disso, quando o suprimento de molibdênio é baixo ocorre a sua redistribuição das folhas para os nódulos, acarretando assim em sua deficiência (QUAGGIO et al., 1991). De acordo com MALAVOLTA, (2006), qualquer deficiência desse nutriente pode comprometer o metabolismo de nitrogênio, assim diminuindo o rendimento das culturas, influenciando também, a nodulação em soja.

Diante ao exposto, os objetivos do presente trabalho foram avaliar a atividade da enzima nitrato redutase, os caracteres agronômicos e a qualidade fisiológica de sementes produzidas, a partir de plantas oriundas de sementes tratadas com diferentes doses de molibdênio.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em área experimental e no Laboratório de Análise de Sementes, na Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil. (Latitude: 31° 46' 19" S Longitude: 52° 20' 33" W). A região possui um clima subtropical úmido (Classificação climática de Köppen-Geiger: Cfa).

O experimento foi constituído em delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo que os tratamentos foram constituídos de cinco doses de molibdênio (Mo): zero; 16; 32; 48; 64 g.100kg⁻¹ de sementes, utilizando Molibdato de Sódio (Na₂MoO₄), como fonte de molibdênio. A cultivar de soja utilizada foi a CCGL TEC 5936 IPRO, com ciclo precoce, pertencente ao grupo de maturação 5.9. A realização deste trabalho se deu no período de safra 2013/2014.

As sementes foram tratadas com as dose do Molibdato de Sódio, fungicida da marca MAXIM ADVANCED® (1,25 mL.kg de sementes⁻¹) e polímero Sepiret®, utilizando 400 mL. 100 kg de sementes⁻¹, com a utilização de água para completar um volume de calda de 800 mL. 100 kg de sementes⁻¹. O recobrimento foi realizado aplicando-se as doses dos produtos, sobre quatro repetições de 200g de sementes por tratamento. Os produtos foram aplicados diretamente no interior do saco plástico e espalhados até uma altura de aproximadamente 15 cm, sendo as sementes acondicionadas diretamente na parte interna do saco plástico, agitadas por três minutos até distribuição total do produto sobre a superfície das sementes. Em seguida, as sementes foram colocadas para secar em temperatura ambiente por um período de 24 horas, conforme metodologia descrita por NUNES (2005). Após esse período foi feito a inoculação das sementes com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, na dose de 200 mL. 100 kg de sementes⁻¹, sendo adicionado sobre

as 200 g das sementes já tratadas e agitando até a distribuição total do produto, logo após a inoculação foi realizada a semeadura.

A semeadura foi realizada em vasos de 20L, preenchidos com solo peneirado com as seguintes características: pH em água 4,7; Al 1,0 mmolc dm³, K 64 mg dm³; P 4,6 mg dm³; SB 33 % ; CTC pH7 11,4 cmol dm³ e 1,52 % (m/v) de M.O e as adubações realizadas de acordo com a CFQS RS/SC sendo utilizado como adubação de base apenas, fósforo e potássio, os quais foram incorporados ao solo no momento da semeadura. A calagem foi realizada 30 dias antes da semeadura. Para tanto, consideram que o volume da camada arável do solo em um hectare em torno de dois milhões de litros, as quantidades de adubação foram transformadas para o volume dos vasos. Foram semeadas 10 sementes por unidade experimental, sendo que após a emergência foi realizado desbaste deixando apenas quatro plantas por vaso, as quais permaneceram até a colheita das sementes. Durante o crescimento e desenvolvimento das plantas foram realizadas aplicações de fungicidas e inseticidas, de maneira preventiva e a irrigação foi realizada diariamente.

O experimento foi conduzido até a fase de maturação de campo no estádio (R8), sendo posteriormente realizado a avaliação dos caracteres agrônômicos e a qualidade fisiológica das sementes produzidas. Durante a condução do experimento foi realizada a coleta de folhas para avaliação da atividade enzimática.

A Coleta de material para análise foi realizada durante a condução do experimento, foram coletadas folhas no estádio reprodutivo (R2) e as amostras de folhas foram retiradas das plantas às 10 horas da manhã. As folhas foram coletadas do último trifólio desenvolvido, com quatro amostras por tratamento, logo após foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e depositados em uma caixa térmica com gelo. Após as coletas de campo, as amostras foram transferidas para o laboratório, onde as folhas foram lavadas com água destilada, de cada amostra foram feitos 4 sub-amostras de aproximadamente 1 g, as quais foram congeladas imediatamente em nitrogênio líquido e mantidas em ultra freezer a 70°C negativos até a determinação da atividade da enzima nitrato redutase.

Para a determinação da atividade da enzima nitrato redutase seguiu-se a metodologia de HAGEMAN & REED (1980), macerando-se as amostras em almofariz juntamente com 100mL de nitrogênio líquido (N₂) e 4ml de tampão de extração (Hepes-KOH, 50 mM (pH 7,6), contendo 5 mM EDTA, 10 µM FAD, 3%(W/V) caseína e 1 mM (DTT). Após a maceração, os substratos foram colocados em eppendorfs e centrifugado a 13.200 rpm durante um período de 10 minutos, a uma temperatura de 4°C. Seguindo a mesma metodologia, logo executou-se a purificação da proteína em colunas PD10 (Amersham Biosciences – Sephadex G25) previamente equilibradas com o tampão de ensaio (Hepes-KOH, 50 mM (pH 7,6), contendo 5 mM EDTA, 10 µM FAD e 1 mM DTT).

A próxima etapa foi adicionar 2,5 mL do sobrenadante nas colunas PD10, sendo que, essa fração foi descartada e posteriormente foi passado 3,5 mL do tampão de extração na coluna e coletado a fração da proteína purificada para análise da atividade da nitrato redutase. Imediatamente, na fração da proteína purificada foi adicionado tampão de ensaio, NADH 0,1mM e KNO₃ 0,2mM, totalizando em um volume de 1 mL, sendo depositados em eppendorfs, incubados em banho maria a uma temperatura de 30°C, permitindo reagir por um período de 30 min. Após este período, a reação foi imediatamente paralisada com 125µL de acetato de zinco 500mM.

A mistura foi centrifugada a 13.200 rpm durante 4min a 4°C o sobrenadante foi utilizado para determinar a quantidade de nitrito produzida, para a determinação adicionou-se 1mL do sobrenadante 1mL de água destilada, 1mL de 1% (P/V) de sulfanilamida em HCl 1,5 N e 1mL de 0,02% (P/V)-N (naftil)-etilenodiamina 2 HCl (para a confecção da amostra em branco o sobrenadante contendo nitrito foi substituído por água destilada), a mistura ficou reagindo por um período de 30 min e a leitura foi realizada em espectrofotômetro a 540 nanômetros, contra a amostra em branco. Para a obtenção dos dados foi feito uma curva de calibração de nitrito, com concentrações conhecidas. Após a leitura, os dados foram colocados na equação da curva de calibração, em seguida, os valores foram ajustados para uma unidade de $\text{nmol de NO}_2^- \cdot \text{gm}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (HAGEMAN & REED, 1980).

A avaliação dos caracteres agrônômicos foi realizada após a maturação das sementes de soja, sendo feita a coleta de 3 plantas por repetição totalizando 12 plantas por tratamento. A altura das plantas realizou-se avaliando a medida do nó cotiledonar da planta até a extremidade da haste principal, sendo a avaliação realizada com auxílio de uma trena métrica. Em seguida, foi destacado os legumes das plantas e realizada a contagem dos mesmos. Para a contagem de número de nódulos por planta foram coletadas quatro plantas por tratamento, as plantas foram coletadas no estágio reprodutivo (R2) tomando-se o cuidado para manter o volume de solo estabelecido para cada planta, em seguida as raízes foram lavadas em água corrente e retirado o excesso de água com auxílio de papel toalha, após o procedimento de limpeza, os nódulos foram retirados manualmente das raízes e em seguida foi realizado a contagem dos mesmos.

Para a determinação do peso de mil sementes foi determinado teor de água das mesmas e homogeneizada em 13% de umidade, em seguida foram coletadas oito amostras de 100 sementes para cada tratamento e posteriormente, as amostras foram pesadas em balança analítica e para estas pesagens calculou-se a média, e multiplicou-se a média por 10, obtendo assim o peso de mil sementes (BRASIL, 2009).

Para a determinação da qualidade fisiológica das sementes produzidas foram avaliados os seguintes testes: Teste de germinação (G): O teste de germinação foi realizado utilizando quatro repetições de cada tratamento, contendo quatro sub amostras de 50 sementes, semeadas em rolos de papel germitest umedecidos, com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso seco do papel. Os rolos foram colocados no germinador a uma temperatura 25°C. A contagem da germinação foi realizada aos 8 dias, na qual foi determinada a percentagem de plântulas normais, obtendo o resultado da germinação de acordo com as Regras para Análise de Semente (BRASIL, 2009).

Primeira contagem de germinação (PCG): foi conduzido juntamente com o teste de germinação, sendo a contagem realizada no quinto dia após a semeadura (BRASIL, 2009). Teste de envelhecimento acelerado (EA): para determinação do teste foi seguida a metodologia de MARCOS FILHO (2005), utilizando caixas tipo gerbox próprios para os testes, no qual contém uma tela de alumínio fixada no interior da caixa plástica, sendo distribuídas as sementes sobre a mesma de forma uniforme. Em seguida, 40 ml de água destilada foram adicionados no fundo das mesmas. Os gerbox foram fechados e colocados dentro de uma câmara reguladora BOD, com uma temperatura controlada de 41°C e permaneceram durante um período de 48 horas. Após este período, as sementes foram colocadas para germinar segundo a metodologia no teste da primeira contagem da germinação

(BRASIL, 2009).

Teste de Frio (TF): foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, seguindo metodologia do teste de germinação. Os rolos foram colocados em refrigerador a temperatura de 10°C, durante 7 dias, e após, mantidos em germinador a temperatura de 25°C, sendo posteriormente feita a contagem das plântulas normais no quinto dia.

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo os efeitos dos tratamentos avaliados pelo teste F, e quando significativo às médias foram comparas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$), e quando necessário foi realizado regressão polinomial para os fatores quantitativos. As análises foram realizadas com o uso do programa estatístico Winstat 1.0 ® (MACHADO & CONCEIÇÃO, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise da variância dos dados de caracteres agronômicos e qualidade fisiológica de sementes estão expostos na Tabela 1. As variáveis de primeira contagem de germinação, germinação e teste de frio não apresentaram efeito significativo para as diferentes doses de molibdênio. Em contra partida, para os testes de envelhecimento acelerado, peso de mil sementes, número de vagens por planta, atividade da enzima nitrato redutase e número de nódulos por planta foi identificado efeito significativo do fator tratamento doses de molibdênio.

TABELA 1: Resumo da análise de variância dos efeitos de doses de molibdênio aplicado no tratamento de sementes de soja na expressão dos caracteres agronômicos e qualidade fisiológica inicial das sementes produzidas. UFPel, 2015.

FV	GL	Quadrado Médio			
		PCG(%)	G(%)	EA(%)	TF(%)
Dose	4	4.925 ^{ns}	4.825 ^{ns}	29.575*	2.075 ^{ns}
Resíduo	15	10.158	1.992	6.975	2.975
CV(%)		3.42	1.44	2.86	1.77
FV	GL	PMS(g)	NVP(n)	ANR	NNP(N)
Dose	4	2.752*	38.575*	1698.962*	9.5*
Resíduo	15	0.405	5.042	3.434	2.5
CV(%)		3.11	4.15	6.54	16.64

(*significativo ao nível de 5% de probabilidade, $0.01 \leq p < 0.05$ pelo teste F; ns = não significativo, $p \geq 0.05$ pelo teste F. (PCG) = Primeira contagem de germinação; (G) = Germinação; (EA) = Envelhecimento acelerado; (TF) = Teste de frio; (PMS) = Peso de mil sementes; (NVP) = Numero de vagens por planta; (ANR) = Atividade da enzima nitrato redutase em nano mol de nitrito por grama de massa fresca por hora (nmol de $\text{NO}_2/\text{gMF/h}$); (NNP) = Numero de nódulos por Planta.

Na Tabela 2, foi observado que o aumento das doses de molibdênio não alterou significativamente os testes de primeira contagem de germinação, germinação e teste de frio. Contudo, é importante observar que a qualidade das sementes já estava acima de 90%, evidenciando que as sementes produzidas apresentavam com alta qualidade fisiológica. Além disso, pode-se salientar que as mesmas foram colhidas no momento ideal de maturidade fisiológica, sendo que as sementes não foram expostas as intempéries climáticas. Os dados obtidos nesse

trabalho estão de acordo com os encontrados por SILVA et al., (2012) onde os autores observaram que as aplicações de cobalto e molibdênio não influenciaram a qualidade fisiológica das sementes. De forma semelhante, os resultados obtidos por GEWEHR (2015) que estudou a aplicação de molibdênio via sementes para avaliar a qualidade fisiológica de sementes produzidas, observou que as doses de molibdênio não alteraram significativamente a germinação das sementes, avaliadas nos testes de primeira contagem de germinação, germinação e teste de frio.

TABELA 2: Qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas: primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), teste de Frio (TF), submetida a diferentes doses de Molibdênio via tratamento de sementes. UFPel, 2015.

DOSES	PCG%	G%	TF%
0	92	97	97
16	93	98	97
32	94	98	98
48	94	99	98
64	94	99	98
Média	93 ^{ns}	98 ^{ns}	97 ^{ns}
CV(%)	3.42	1.44	1.77

Letras iguais minúsculas na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a de 5% de probabilidade de erro. (ns = não significativo ($p \geq 0.05$) pelo teste F).

A atividade da enzima nitrato redutase aumentou de acordo com o acréscimo das doses de molibdênio, ajustando-se em uma equação quadrática (Figura 1). Além disso, foi constatado que a dose máxima eficiência técnica de molibdênio aplicada foi de 64 g de Mo. 100kg^{-1} de semente⁻¹, proporcionando uma maior atividade da enzima nitrato redutase (53 nmol de $\text{NO}_2/\text{gMF/h}$), representando um aumento superior a 9 vezes a concentração encontrada na testemunha. Concordando com os resultados encontrados por TOLEDO et al. (2010), que também observaram um acréscimo na atividade da enzima nitrato redutase em aplicações de molibdênio via semente e via foliar em soja. De forma semelhante PEREIRA (2010), observou na cultura de milho um aumento na atividade nitrato redutase em função ao aumento da dose de molibdênio aplicado via sementes.

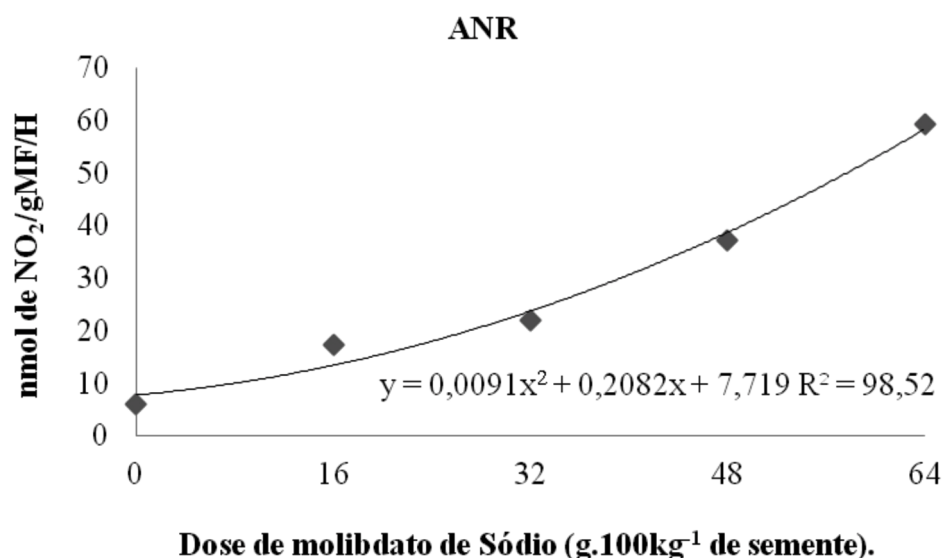


FIGURA 1. Atividade da enzima nitrato redutase (ANR) de plantas de soja submetidas a diferentes doses de molibdênio via tratamento de sementes. UFPel, 2015.

A dose de molibdênio aplicada nas sementes na ocasião da semeadura contribuiu para um aumento linear do número de nódulos por planta. Sendo que, a dose de 64 g de Mo. 100kg⁻¹ de semente⁻¹ proporcionou um aumento de 50% em relação aos valores da testemunha (Figura 2). Estudos realizados por TOLEDO et al. (2010) verificaram que a adição de molibdênio em soja aplicado via foliar e no tratamento de sementes, promoveu um aumento do número de nódulos em ambas as formas de aplicação. Da mesma forma, MATA et al. (2011), demonstraram que a aplicação de 42 g.ha⁻¹ de Mo via sementes na cultura da soja, promovem incrementos na nodulação das plantas.

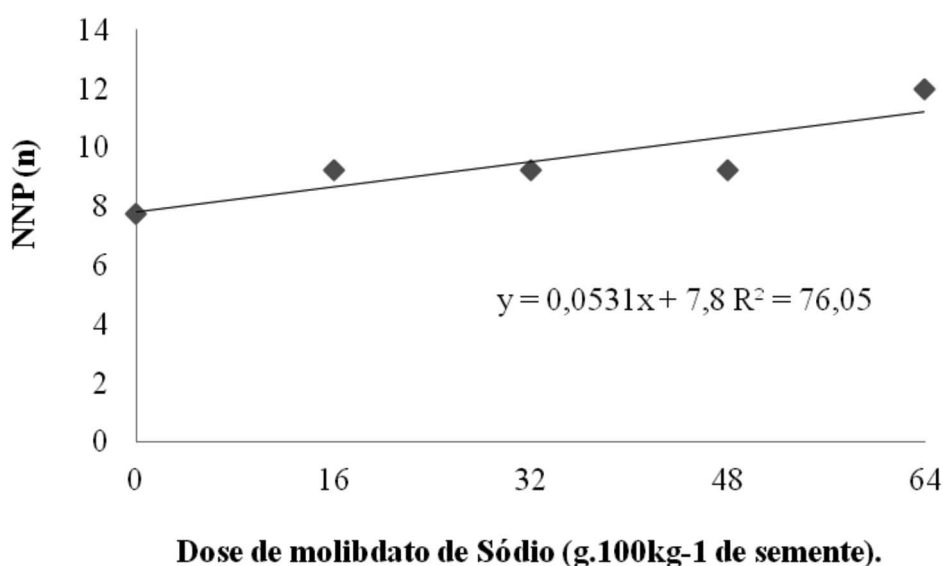


FIGURA 2. Número de nódulos por planta (NNP) de soja submetidas a diferentes doses de molibdênio via tratamento de sementes. UFPel, 2015.

Para o teste de envelhecimento acelerado ficou constatado um aumento linear no vigor conforme a elevação das doses de molibdato de sódio (Figura 3). Cabe ressaltar que a dose de 64 g de Mo. 100kg^{-1} de semente⁻¹ proporcionou 96% de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado, enquanto a testemunha expressou apenas 89%, evidenciado um acréscimo de 7% no vigor das sementes. Corroborando com os resultados encontrados por LEITE (2004), no qual verificou efeito positivo do tratamento de sementes com molibdênio sobre o vigor das sementes. Em contra partida, NAKAO et al. (2014) observaram que a aplicação de molibdênio via aplicação foliar em plantas de soja não obtiveram resultados significativos para o teste de envelhecimento acelerado.

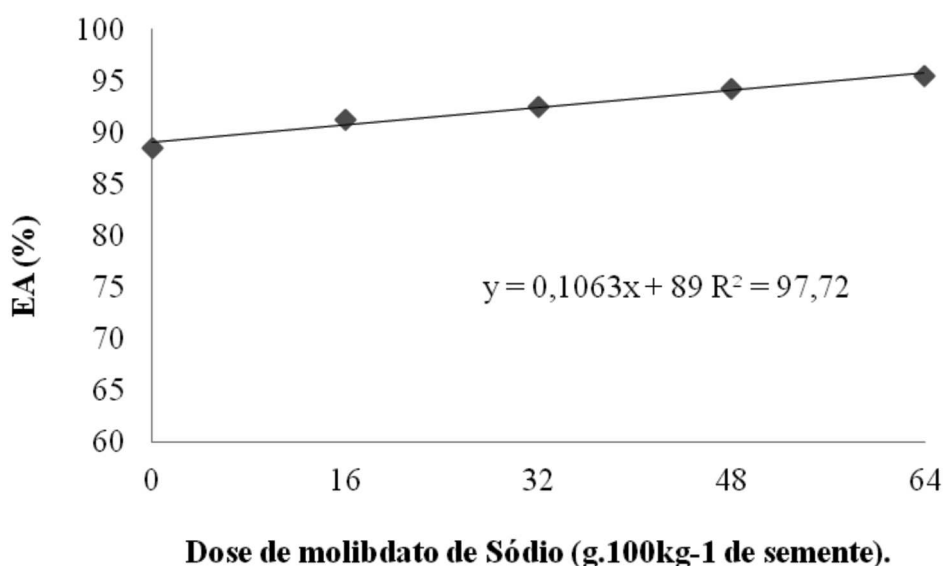


FIGURA 3. Envelhecimento Acelerado (EA) em sementes de soja oriundas de plantas submetidas a diferentes doses de molibdênio via tratamento de sementes. UFPel, 2015.

O número de vagens por planta foi afetado positivamente pelas doses de molibdênio, evidenciando um comportamento linear conforme o aumento da dose. Também foi constatado que a maior dose de molibdênio testada proporcionou um acréscimo no número de vagens de aproximadamente 20% em relação à testemunha. Resultados similares foram observados por PESSOA et al. (2001), em adubação foliar de molibdênio em feijoeiro.

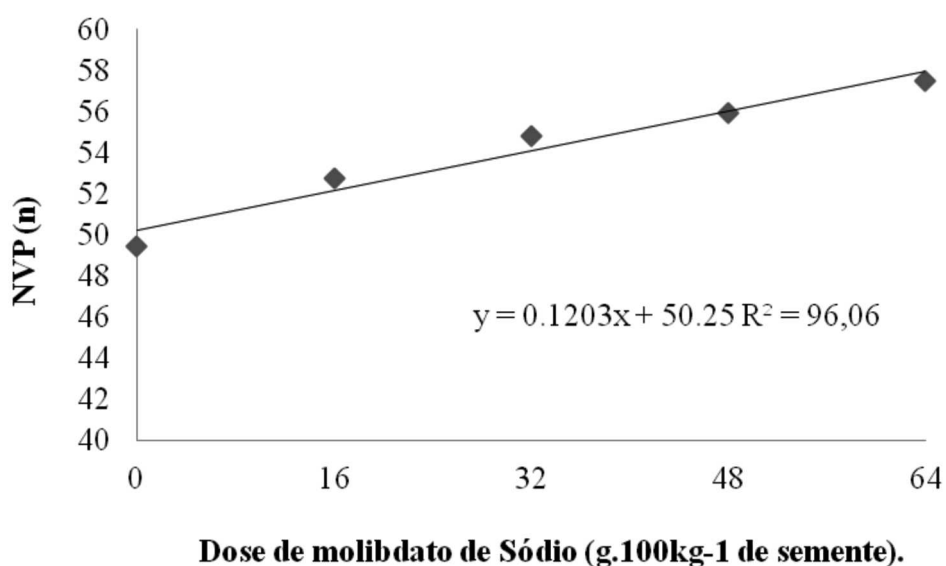


FIGURA 4. Número de vagens por planta (NVP) de soja submetida a diferentes doses de Molibdênio via tratamento de sementes. UFPel, 2015.

Para o peso de mil sementes (PMS) foi observado um comportamento quadrático (Figura 5), sendo que as doses de molibdênio contribuíram positivamente para o aumento do PMS, e a dose de máxima eficiência técnica foi de 48,3 g.100kg de semente⁻¹. Resultados similares aos encontrados por NAKAO et al. (2014), que avaliaram a aplicação de molibdênio via foliar em soja e observaram resultados positivos para peso de mil sementes. GELAIN et al. (2011) verificaram que a adição de 33 g.ha⁻¹ de molibdênio nas sementes proporcionaram um aumento de 22% na massa de 100 sementes. Em contra partida POSSENTI & VILLELA (2010), estudando doses de molibdênio no tratamento de sementes, notaram que para o PMS não houve resposta significativa do tratamento das sementes com molibdênio. Da mesma forma, ROSSI et al. (2012) não obtiveram resultados significativos para peso de mil sementes em aplicações de molibdênio na cultura da soja via foliar.

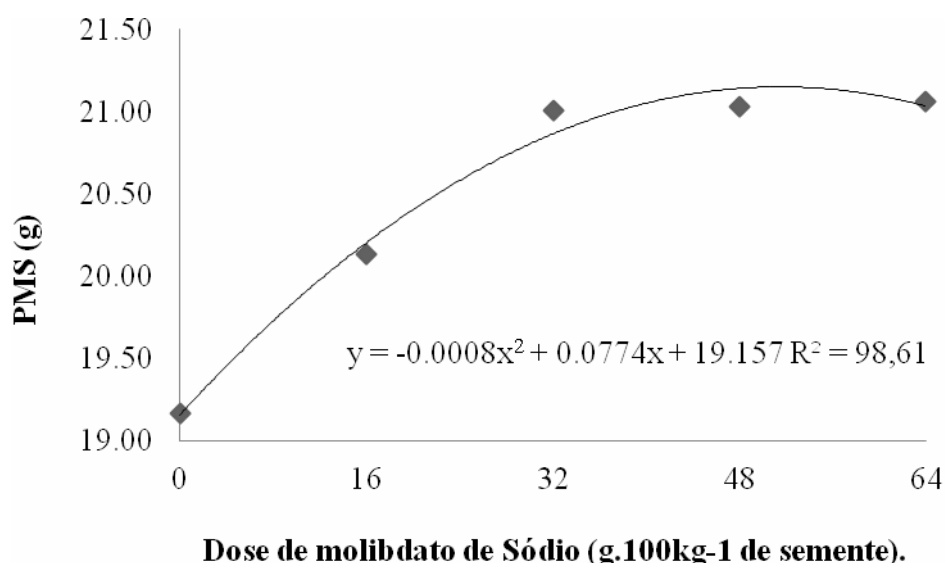


FIGURA 5. Peso de mil sementes (PMS) de plantas de soja submetidas a diferentes doses de Molibdênio via tratamento de sementes. UFPel, 2015.

CONCLUSÃO

As doses de molibdênio aplicadas via sementes no momento da semeadura não influenciou o vigor das sementes produzidas.

As doses de molibdênio promoveram aumento na expressão da atividade da enzima nitrato redutase.

O molibdênio aplicado via sementes proporcionaram acréscimos na produção de vagens por planta.

As doses de molibdênio afetaram positivamente a variável peso de mil sementes até a dose de 48,3 g.100kg⁻¹ de semente.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, p.395, 2009.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC **Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10ª ed. Porto Alegre: NRS/SBCS, 400p. 2004.

CONAB - **COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO**. Acomp. safra bras. grãos, v. 2 – Safra 2014/15, n. 4 – Quarto Levantamento, jan. 2015. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_01_09_09_00_21_boletim_graos_janeiro_2015.pdf. Acesso em: 15/01/2015

FAROOQ, M.; WAHID, A.; KADAMBOT, H.; SIDDIQUE, M. Micronutrients application through seed treatments: a review. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v.12, n. 1, p. 125-142, 2012.

GELAIN, E.; JUNIOR, E. J. R.; MERCANTE, F. M.; FORTES, D. G.; SOUZA, F. R.; ROSA, Y. B. C. J.; Fixação Biológica de Nitrogênio e Teores Foliares de Nutrientes na Soja em Função de Doses de Molibdênio e Gesso Agrícola. **Ciências agropecuária**, v. 35, n. 2, p. 259-269, mar./abr., 2011.

GEWEHR, E. **Tratamento de sementes de soja com molibdênio e inoculante: desempenho agrônômico e atividade da nitrato redutase**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

HAGEMAN, R. H.; REED, A. J.; Nitrate reductase from higher plants. **Methods Enzymol.** 69: 270-280, 1980.

HENNING, F. A.; MERTZ, L. M.; JACOB JR., E. A.; MACHADO, R. D.; FISS, G.; ZIMMER, P. D. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, v.69, n.3, p.727- 734, 2010.

LEITE, U. T. **Produção e qualidade de sementes de feijão enriquecidas com molibdênio**. Viçosa, 2004. 83 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

MACHADO, A. A.; CONCEIÇÃO, A. R. **Sistema de análise estatística para Windows. WinStat. Versão 2.0**. UFPEl, 2003.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 638p. 2006.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 495p. 2005.

MATA F. S. D.; ALMEIDA. J. A. R.; REIS. T. C.; SOUZA. D. S.; MAURICIO. I. S. Eficiência da Fixação Biológica de Nitrogênio na Cultura da Soja com Aplicação de Diferentes Doses de Molibdênio (Mo) e Cobalto (Co): **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas** V. 5, N. 2, pág. 15, 2011.

NAKAO, A. H.; VAZQUEZ, G. H.; OLIVEIRA, C. O.; SILVA, J. C.; SOUZA. M. F. P. Aplicação foliar de molibdênio em soja: efeitos na produtividade e qualidade fisiológica da semente. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, v.10, n.18; p. 343, 2014.

NUNES, J. C. Tratamento de semente - qualidade e fatores que podem afetar a sua performance em laboratório. **Syngenta Proteção de Cultivos Ltda**. 16p. 2005.

PEREIRA. F. R. S. **Doses e formas de aplicação de molibdênio na cultura do milho**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2010.

PESSOA, A. C. S.; RIBEIRO, A. C.; CHAGAS, J. M.; CASSINI, S. T. A. Atividades de nitrogenase e redutase de nitrato e produtividade do feijoeiro “ouro negro” em

resposta à adubação foliar com molibdênio. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.24, p.217-224, 2001.

POSSENTI, J. C.; VILLELA, F. A. Efeito do molibdênio aplicado via foliar e via sementes sobre o potencial fisiológico e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4. p. 143-150, 2010.

QUAGGIO, J. A.; SILVA, N. M. BERTON, R. S. Culturas oleaginosas. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da. **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Potafos, p. 445-484, 1991.

ROSSI, R. L.; SILVA, T. R. B.; TRUGILO, D. P.; REIS, A. C. S.; FARIAS, C. M. Q. Adubação foliar com molibdênio na cultura da soja. **Journal of Agronomic Sciences**, v.1, n.1, p. 12-23, 2012.

SILVA, A. C.; COSTA, D. S.; BARBOSA, R. M.; LAZARINI, E. Cobalto e molibdênio via foliar em amendoim: características agronômicas da produção e potencial fisiológico das sementes. **Biotemas**, Florianópolis, v.25, n.2, p. 9, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 719 p. 2004.

TOLEDO, M. Z; GARCIA, R. A.; PEREIRA, M. R. R.; BOARO, C. S. F.; LIMA, G. P. P. Nodulação e atividade da nitrato redutase em função da aplicação de molibdênio em soja. **Bioscience. Jornal.**, v. 26, n. 6, p. 858-864, 2010.

TONG, Z.; SADOWSKY, M. J. A selective medium for the isolation and quantification of *Bradyrhizobium japonicum* and *Bradyrhizobium elkanii* strains from soils and inoculants. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 60, p. 581-586, 1994.

USDA. **United States Department of Agriculture – World Agricultural Supply and Demand Estimates**. 2015.
<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf> . Acesso em 18/01/2015.