

Influência do conteúdo de molibdênio na qualidade fisiológica da semente de feijão: cultivares Novo Jalo e Meia Noite

Uberlando Tiburtino Leite¹
Geraldo Antonio de Andrade Araújo²
Glauco Vieira de Miranda²
Rogério Faria Vieira³
André Assis Pires⁴

RESUMO

Avaliou-se, neste trabalho, a influência do conteúdo de molibdênio na qualidade fisiológica das sementes de feijão, cultivares Novo Jalo e Meia Noite. O experimento realizou-se no Laboratório de Sementes/UFV, Viçosa-MG, em maio-junho/2003. Em cada cultivar, foram estudados seis conteúdos de Mo na semente (Novo Jalo: 0,072, 0,74, 1,56, 2,554, 3,892 e 6,767 μg de Mo; Meia Noite: 0,097, 0,364, 0,761, 1,601, 2,645 e 3,158 μg de Mo), em ensaios distintos, submetidos a teste de germinação e vigor, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Verificou-se influência do conteúdo de Mo da semente na sua qualidade fisiológica, sendo os valores de 3,1 e 2,2 μg semente⁻¹ os pontos de máxima qualidade fisiológica para os cultivares Novo Jalo e Meia Noite, respectivamente. A dose ótima de Mo para produção de sementes de feijão de elevada qualidade fisiológica é de 600 e 1.200 g ha⁻¹, para os cultivares Meia Noite e Novo Jalo, respectivamente.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, sementes, molibdênio.

ABSTRACT

Effect of Molybdenum Content on Physiological Quality of Bean Seeds: cultivars Novo Jalo and Meia Noite

This work evaluated the effect of molybdenum content on the physiological quality of bean seeds, cultivars Novo Jalo and Meia Noite. The experiment was carried out at the Seed Laboratory /UFV, Viçosa-MG, in may-junho/2003. Six Mo contents were tested in seeds of the two cultivars (Novo Jalo: 0.072, 0.74, 1.56, 2.554, 3.892 and 6.767 μg of Mo, and Meia Noite: 0.097, 0.364, 0.761, 1.601, 2.645 and 3.158 μg of Mo), in different assays, complemented with germination and vigor tests, in a complete randomized design, with four repetitions. The effect of Mo content on the seed physiological quality was confirmed, with contents of 3.1 and 2.2 μg seed⁻¹ the values giving maximum physiological quality for cvs. Novo Jalo and Meia Noite, respectively. Optimum Mo dose for production of bean seeds with high physiological quality is 600 and 1200 g ha⁻¹, for the cvs. Meia Noite and Novo Jalo, respectively.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, molybdenum fertilization, leaf content

Recebido para publicação em setembro de 2005 e aprovado em fevereiro de 2009

¹ Doutor em Fitotecnia UFV, e-mail uberlando@hotmail.com

² Professores do Departamento de Fitotecnia da UFV, 36570-000 Viçosa, MG. E-mails: garaujo@ufv.br; glauco@ufv.br

³ Pesquisador EPAMIG, Viçosa, MG. E-mail: rfvieira@epamig.br

⁴ Doutorando UENF/CCTA, 28013-600 Campos dos Goytacazes, RJ. E-mail: Assis@uenf.br

INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos grãos mais produzidos no Brasil, onde desempenha importante papel nutricional e sócioeconômico, principalmente para as populações de baixa renda. Apesar dessa reconhecida importância, a produtividade média em 2004 foi baixa, de 745,8 kg ha⁻¹ (IBGE, 2005), influenciada, principalmente, pela falta de recursos, que se traduz em baixo nível de tecnologia e pouco uso de insumos.

A grande maioria dos produtores de feijão raramente adquire sementes para plantar, utilizando o próprio grão para a semeadura de seus campos de produção. O uso de sementes de boa qualidade pode contribuir com acréscimos de 40% na produtividade do feijoeiro (EMBRAPA, 1985).

A qualidade de sementes pode ser definida como o conjunto de atributos genéticos, físicos, sanitários e fisiológicos, podendo, o componente fisiológico, avaliado pela germinação e vigor, ser influenciado pelo ambiente onde as sementes se formam (Ambrosano, *et al.*, 1999; Vieira *et al.*, 1993). Assim, é de suma importância considerar todas estas características, procurando diferenciar sementes com maior potencial fisiológico, resultante de tratamentos culturais aplicados, como a adubação mineral (Andrade *et al.*, 1999).

A baixa fertilidade dos solos tem sido considerada fator preponderante para a obtenção desse baixo rendimento, principalmente no que se refere ao nitrogênio, já que esse nutriente tem-se revelado essencial à produtividade do feijoeiro. Também o molibdênio é um nutriente indispensável ao desenvolvimento da cultura, sendo fundamental para a obtenção de incrementos no rendimento, pois atua como cofator das enzimas nitrogenase e redutase do nitrato, ambas primordiais ao metabolismo do nitrogênio na planta. Dada a essencialidade da nitrogenase para a fixação biológica do nitrogênio atmosférico, principalmente em leguminosas, e da redutase do nitrato para a sua assimilação, o molibdênio torna-se crítico para o desenvolvimento dessas espécies.

Apesar da essencialidade do Mo para as plantas, especialmente para as fixadoras de N₂ atmosférico, a quantidade desse elemento requerida pelas plantas é consideravelmente reduzida. Desse modo, o seu fornecimento pode ser realizado a partir do conteúdo existente na semente, que, segundo a literatura especializada, poderá suprir a demanda por mais de uma geração. O enriquecimento da semente com Mo resultará em diversas vantagens, já que serão eliminadas as perdas do fertilizante aplicado. Além disso, a disponibilidade do nutriente ocorrerá de acordo com a demanda da planta, aumentando, assim, a eficiência do uso do nutriente. Também, a produção de sementes com essa característica é, sem dúvida, um incentivo à

utilização de sementes de alta qualidade pelo produtor, por ser uma prática de baixo custo e tecnicamente viável. Todas essas possíveis vantagens têm despertado, há muito, o interesse por determinar, na semente, o conteúdo de Mo suficiente para promover o desenvolvimento ótimo da planta. No entanto, os resultados obtidos até o momento ainda são pouco consistentes.

Para que se consiga fornecer o molibdênio à planta, via conteúdo do nutriente na semente, faz-se necessária a determinação da dose suficiente para transportá-lo para este órgão na quantidade desejada. Essa tentativa foi realizada em pesquisa de Ferreira, (2001), no entanto, sem resultados satisfatórios. Os resultados obtidos revelam a necessidade do uso de doses elevadas para que se possa atingir tal finalidade. Assim, o parcelamento dessas doses torna-se fundamental para evitar-se injúrias à planta, não havendo, porém, recomendações precisas para esse parcelamento. Além disso, existe a possibilidade de o tamanho da semente influenciar o comportamento da planta, em razão de suas maiores reservas, especialmente de micronutrientes, afetando, desse modo, o conteúdo de Mo alocado para a semente produzida.

Por isso, o presente trabalho tem como objetivos determinar a dose capaz de promover o acúmulo de Mo na semente do feijoeiro, em quantidade suficiente para suprir a geração seguinte, e estabelecer as concentrações ótimas de Mo associadas a sementes de feijão de elevada qualidade fisiológica.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, utilizando sementes de feijão dos cultivares Novo Jalo e Meia Noite, produzidas em experimentos de campo.

Em cada cultivar, foram estudados seis conteúdos de Mo na semente (0,072; 0,74; 1,56; 2,554; 3,892 e 6,767 µg semente⁻¹ de Mo, para o Novo Jalo, e 0,097; 0,364; 0,761; 1,601; 2,645 e 3,158 µg semente⁻¹ de Mo, para o Meia Noite), em ensaios distintos, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída por um lote com 50 sementes.

Os conteúdos acima mencionados foram obtidos aplicando-se, em ambos os cultivares, as seguintes doses de molibdênio: 0, 160, 320, 640, 1.280 e 2.560 g ha⁻¹.

O teor de água das sementes foi determinado pelo método da secagem em estufa a 105°C ± 3°C, por um período de 24 horas, de acordo com (Brasil, 1992). Após a determinação, o grau de umidade das sementes foi ajustado para 13% em todos os tratamentos.

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos testes de germinação e de vigor, descritos a seguir.

Teste de germinação

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, tendo-se como substrato papel germistest previamente umedecido com uma quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. O teste foi conduzido em germinador regulado para a temperatura constante de 25°C. As contagens foram efetuadas aos cinco e nove dias após a montagem do experimento, com os resultados expressos em porcentagem (Brasil, 1992).

Comprimento da raiz primária e parte aérea

O comprimento da raiz primária e da parte aeres foram avaliados conforme o método recomendado por Vieira & Carvalho (1994). Para cada tratamento foram utilizadas quatro repetições de 10 sementes, tendo-se como substrato papel germistest umedecido com 2,5 vezes seu peso com água destilada. As sementes foram colocadas com o hilo orientado para a extremidade inferior do substrato. Em seguida, os rolos foram levados ao germinador com temperatura constante de 25°C, onde permaneceram até o sétimo dia após a montagem do teste. O comprimento da raiz primária e da parte aérea foram obtidos com o auxílio de uma régua graduada e os resultados registrados em milímetros.

Peso de matéria seca das plântulas

O peso de matéria seca das plântulas foi verificado utilizando-se todas as plântulas normais das subamostras usadas para a determinação do comprimento de raiz primária e parte aérea. As plântulas foram colocadas em saquinhos de papel e levadas para secar em estufa de circulação de ar a 70°C por 72 horas, obtendo-se os dados médios em mg plântula⁻¹.

Envelhecimento acelerado

Para avaliar o envelhecimento acelerado foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada tratamen-

to. As sementes foram colocadas sobre uma tela em caixas plásticas do tipo gerbox, contendo 40 ml de água, e levadas para germinador a temperatura constante de 42 °C, onde permaneceram por 48 horas. Posteriormente, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, com avaliação nove dias após o seu início.

Condutividade elétrica

A condutividade elétrica foi determinada em quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, sendo que cada repetição foi imersa em 75 ml de água destilada, no interior de copos plásticos. Os recipientes foram levados para a câmara de germinação com temperatura constante de 25 °C, por um período de 24 horas, para que, em seguida, fosse efetuada a leitura da condutividade elétrica por meio de condutivímetro.

Os dados de porcentagem foram transformados em arco-seno $\sqrt{\frac{\text{Valor em \%}}{100}}$, antes de serem submetidos à análise de variância. Após a análise de variância simples, modelos de regressão não-linear foram ajustados aos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados foram submetidos à análise de variância, com os efeitos dos cultivares comparados pelo teste de Tukey, e os efeitos dos níveis de Mo submetidos ao ajuste de equações de regressão. As equações geradas pelos modelos ajustados às médias das variáveis aqui discutidas estão apresentadas no Quadro 1.

A análise de variância dos dados do cultivar Novo Jalo revelou efeitos significativos ($P < 0,01$) do conteúdo de Mo na semente sobre o vigor, em todos os testes efetuados, e na germinação da semente. A influência do conteúdo de Mo da semente sobre o vigor do cultivar Meia Noite foi detectada pelos testes de envelhecimento acelerado ($P < 0,05$) e condutividade elétrica ($P < 0,01$), mas não pelo de primeira contagem de germinação.

Tabela 1. Equações ajustadas, com seus respectivos coeficientes de variação ajustados, aos dados de qualidade de semente de feijão, cvs. Novo Jalo e Meia Noite

Variável	Equação	R ² aj.
<i>Novo Jalo</i>		
TPG	$1,3287/(1+\exp(-(\text{Conteúdo} - 1,291)/0,503))$	0,90**
Primeira contagem	$0,76+0,42/(1+((\text{Conteúdo} - 0,91)/(1,59^2)))$	0,94**
Env. Acelerado	$1,38[1-10^{-0,36(\text{Conteúdo}+1,61)}]*[10^{-0,0005(\text{Conteúdo}+1,61)}]$	0,78**
Cond. Elétrica	$48,51 + 0,94\text{Conteúdo} + 1,4/\text{Conteúdo}$	0,94**
<i>Meia Noite</i>		
TPG	$1,5387/(1+\exp(-(\text{Conteúdo} - 0,716)/0,3317))$	0,92**
Primeira contagem	$1,377+0,165(1 - \exp(-1,812\text{Conteúdo}))$	0,55**
Env. Acelerado	$1,42/(1 + \exp(-(\text{Conteúdo} + 0,134)/0,153))$	0,91**
Cond. Elétrica	$48,27 + 6,53\text{Conteúdo} + 4,5/\text{Conteúdo}$	0,81**

Efeito do conteúdo de Mo sobre a germinação (TPG) e o vigor da semente

O comportamento da germinação do feijão Meia Noite, em resposta a diferentes conteúdos de Mo na semente, está apresentado na Figura 1A. A curva ajustada (tracejada) descreve o aumento da porcentagem de germinação na medida em que o conteúdo de Mo é aumentado. Após atingir a porcentagem máxima estimada (1,54 ou 99,9%), determinada nas sementes com conteúdo de 1,45 $\mu\text{g semente}^{-1}$ de Mo, ocorre a estabilização. Por estes resultados, fica evidenciado, portanto, que o conteúdo de molibdênio da semente tem influência sobre o potencial de germinação, e que sementes pobres em molibdênio têm a sua germinação reduzida em comparação à daquelas com reservas expressivas do micronutriente. Com base na curva ajustada, pode-se inferir que conteúdos de Mo de até 3,158 $\mu\text{g semente}^{-1}$ não foram suficientes para comprometer o poder germinativo das sementes, uma vez que houve estabilização dos valores estimados a partir da germinação máxima.

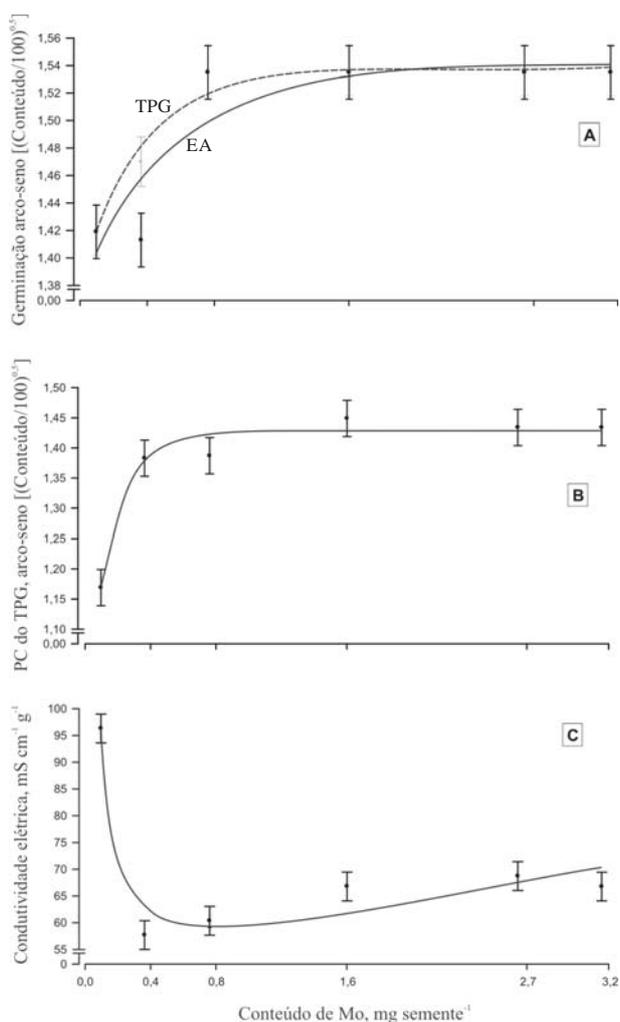


Figura 1. Germinação e vigor de sementes de feijão Meia Noite, em função do conteúdo de molibdênio na semente. O símbolo representa o erro quadrado médio ajustado para as médias.

A curva tracejada (Figura 2A) apresenta os resultados do teste padrão de germinação (TPG), realizado com sementes do Novo Jalo. Os resultados assemelham-se aos obtidos com o Meia Noite, em que a germinação aumentou em resposta ao incremento do conteúdo de molibdênio da semente. A porcentagem máxima estimada de germinação nesse cultivar foi de 1,33 (94,3%), atingida por sementes com conteúdos acima de 1,67 $\mu\text{g semente}^{-1}$ de Mo. As sementes com conteúdos inferiores apresentaram germinação mais reduzida. É interessante observar que, apesar de se estar avaliando sementes com conteúdos de molibdênio de até 6,767 $\mu\text{g semente}^{-1}$, não foram verificados prejuízos ao processo de germinação, mesmo na presença do Mo em conteúdos dessa magnitude.

Os dados de ambos os cultivares revelam que o molibdênio tem influência na germinação das sementes, beneficiando-a.

Também ficou evidenciado que, mesmo com conteúdos mais elevados, o molibdênio não prejudicou a capacidade de germinação. Resultados obtidos por Meireles *et*

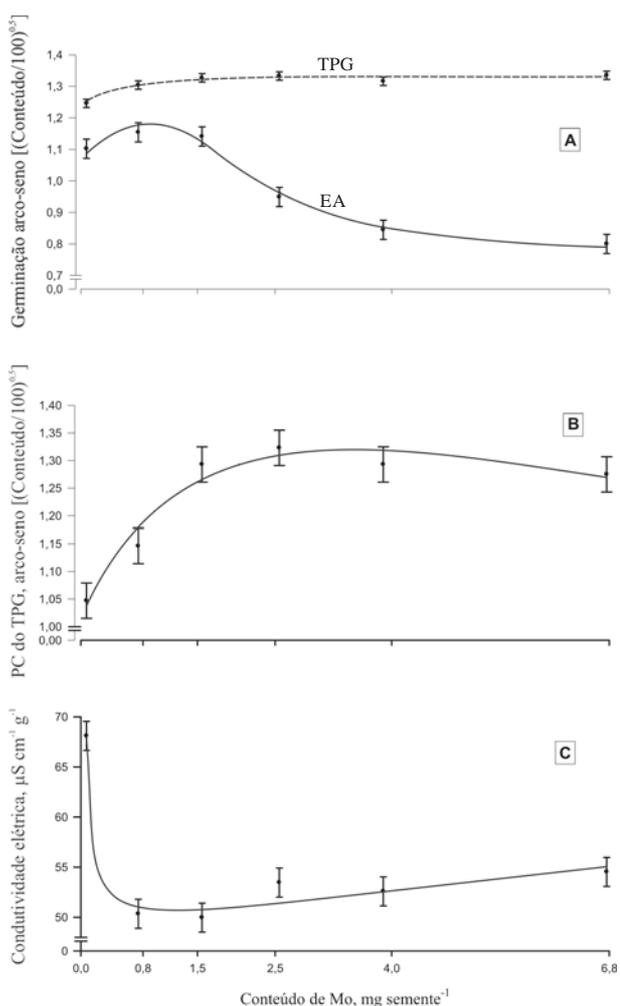


Figura 2. Germinação e vigor de sementes de feijão Novo Jalo, em função do conteúdo de molibdênio na semente. O símbolo representa o erro quadrado médio ajustado para as médias.

al. (2003), trabalhando com o cultivar Meia Noite, corroboram aqueles aqui obtidos. Segundo esses autores, a aplicação de 80 g ha⁻¹ de Mo favoreceu a germinação das sementes.

Por outro lado, Bassan *et al.* (2001) citam que a germinação de sementes de feijão Pérola foi prejudicada pela adubação molíbdica, tendo a dose de 75 g ha⁻¹ de Mo reduzido a germinação.

Carvalho (1994) verificou que não houve efeito da aplicação conjunta de Mo + N, na presença ou ausência de inoculação, sobre a germinação de sementes de feijão. Binneck *et al.* (1999) também não verificaram influência da adubação molíbdica, na dose de 40 mg g⁻¹ de semente, sobre a germinação de sementes de trevo-branco.

Percebe-se, portanto, que os poucos resultados obtidos até o momento sobre o assunto são discordantes, mas isto não ocorre somente com a cultura do feijão. Este assunto tem sido estudado com mais ênfase na cultura do trigo, também com resultados controversos. Chatterjee & Nautiyal (2001) reportam que sementes de trigo produzidas por plantas com deficiência de Mo apresentaram baixa percentagem de germinação, o que foi confirmado por Modi (2002), que reporta, também, efeito positivo da interação Mo x P sobre esse processo. Cairns & Kritzing (1992) citam que sementes de trigo produzidas com deficiência de Mo apresentaram menor dormência do que aquelas produzidas em plantas que receberam o micronutriente.

Houve prolongamento do período de dormência das sementes do Novo Jalo quando o conteúdo de molibdênio ficou acima de 1,0 µg semente⁻¹, revelado pela redução na percentagem de germinação, determinada pelo teste de primeira contagem da germinação. Trabalhando com o Manteigão Fosco 11, cultivar de sementes grandes, Leite *et al.* (2002) obtiveram resultados semelhantes a esses. Fica claro, portanto, que o molibdênio em conteúdos elevados na semente atua retardando o processo de germinação sem, contudo, inibi-lo. Isto pode ser confirmado pela curva que descreve os dados do teste de germinação (realizado mais tardiamente que o teste da primeira contagem – aos nove dias após a semeadura em papel germitest), que indica que há restabelecimento da germinação, mesmo com conteúdos elevados do micronutriente, sugerindo que o fator de indução da dormência foi eliminado.

Estudos com trigo dão suporte aos aqui reportados. Modi (2002) afirma que a aplicação de Mo influencia significativamente a germinação do trigo, ocorrendo prolongamento do período de dormência nas sementes com maior conteúdo do micronutriente.

O molibdênio é cofator da oxidase do aldeído, enzima que catalisa a etapa final da biossíntese dos fitohormônios ácido indoliacético (AIA) e ácido abscísico (ABA) (Mendel & Schwbarz, 1999), de modo que sementes com

elevado conteúdo de Mo apresentam, também, níveis elevados de ABA. O ABA controla vários processos fisiológicos essenciais na planta, dentre eles o desenvolvimento e a germinação da semente (Merlot & Girandat, 1997). Elevados níveis de ABA na semente retardam-lhe a germinação, prolongando o período de dormência. A germinação é retardada porque o ABA inibe a atividade da α -amilase (Modi, 2002), enzima responsável pela quebra do amido armazenado na semente em açúcares simples, necessários para o desenvolvimento do processo, o que explicaria o prolongamento da dormência em sementes ricas em molibdênio.

Assim, os resultados aqui obtidos dão suporte à suposição de que, ao menos para o feijoeiro, o molibdênio em elevada quantidade na semente poderá prolongar-lhe o período de dormência, sem, contudo, inibir ou prejudicar a germinação.

Efeito do conteúdo de Mo sobre o vigor da semente

Os testes para determinação do vigor das sementes foram o do envelhecimento acelerado e condutividade elétrica, além do da primeira contagem de germinação, já discutido.

O vigor da semente, de ambos os cultivares, avaliado tanto pelo envelhecimento acelerado, quanto pela condutividade elétrica, foi significativamente influenciado pelo conteúdo de molibdênio da semente. As sementes produzidas sem adubação molíbdica apresentaram vigor reduzido em relação às produzidas com essa adubação.

No cultivar Meia Noite, o teste de envelhecimento acelerado não detectou nenhum efeito depressivo sobre o vigor das sementes, mesmo nos teores mais elevados de Mo, cujos conteúdos variaram entre 1,64 e 3,57 µg semente⁻¹ (Figura 1B). No Novo Jalo, entretanto, o Mo na semente, que variou de 0,072 a 6,767 µg semente⁻¹, resultou uma discreta redução do vigor em conteúdos superiores a 3,40 µg semente⁻¹ (Figura 2B).

O comportamento diferenciado entre os cultivares pode ter ocorrido em razão de os conteúdos de Mo em ambos terem sido diferentes. Desse modo, 3,57 µg semente⁻¹ não teria sido suficiente para depreciar a germinação do Meia Noite, como o foi o conteúdo de 6,767 µg semente⁻¹ do Novo Jalo.

Efeito positivo do molibdênio sobre o vigor da semente tem sido relatado em alguns poucos trabalhos realizados com feijão. Em um desses trabalhos, realizado por Meireles *et al.* (2003), esse efeito positivo foi detectado pelos testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica, em que as sementes produzidas com deficiência do micronutriente apresentaram vigor reduzido em relação às produzidas por plantas adubadas. Também com o

feijão, Carvalho (1994) verificou que a aplicação conjunta de Mo + N, na presença ou ausência de inoculação, influenciou positivamente o vigor de sementes, quando determinado pelo teste do envelhecimento acelerado.

Os valores de condutividade elétrica detectados nas sementes do Meia Noite foram superiores aos determinados no Novo Jalo, significando que as sementes do Novo Jalo foram mais vigorosas do que as do Meia Noite. Contudo, em ambos os cultivares, sementes produzidas com deficiência de molibdênio apresentaram vigor reduzido em relação ao daquelas produzidas com suficiência do micronutriente (Figuras 1C e 2C). Resultados semelhantes foram obtidos por Meireles *et al.* (2003). Chatterjee & Nautiyal (2001) constataram que sementes de trigo, produzidas por plantas com deficiência de Mo, apresentaram elevados valores de condutividade elétrica, indicando baixo vigor.

No Novo Jalo, semelhantemente ao verificado pelo teste de envelhecimento acelerado, conteúdos elevados de Mo nas sementes depreciaram-lhe o vigor (Figura 2C). Esse comportamento repetiu-se com o Meia Noite, sendo, porém, menos expressivo (Figura 1C). Talvez a menor redução do vigor das sementes do Meia Noite tenha ocorrido em razão de os conteúdos terem sido menores que aqueles do Novo Jalo.

A elevada condutividade elétrica de sementes com baixo e elevado conteúdo de Mo sugere a ocorrência de mudanças degradativas nas membranas celulares, que se tornam “permeáveis”, permitindo o fluxo de solutos para fora da célula, o que provoca decréscimos das reservas durante a embebição. A elevada atividade de enzimas peroxidases, proteinases, fosfatases ácida e ribonucleases associadas à baixa atividade de amilases, em sementes com baixo e elevado conteúdo de Mo, permite o acúmulo substancial de albumina nas sementes, em condições de deficiência do nutriente (Chatterjee & Nautiyal, 2001).

Segundo Li *et al.* (2001), as enzimas dismutase do superóxido, peroxidase e catalase compõem o sistema enzimático antioxidante na planta, e qualquer mudança nessas enzimas pode afetar a produção do oxigênio ativo, responsável pela produção de compostos químicos fenólicos. Esses compostos dão origem a radicais livres que reagem com os lipídios da membrana plasmática, reduzindo a sua plasticidade (Buchanan *et al.*, 2000). O resultado desse efeito é o aumento da lixiviação de solutos para o meio externo, reduzindo o vigor da semente.

No Meia Noite, o conteúdo de molibdênio em sementes de feijão de elevado vigor, determinado pelos testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica, situa-se na faixa de 0,83 a 2,4 $\mu\text{g semente}^{-1}$ (Figuras 1B e 1C). No Novo Jalo, o conteúdo situa-se numa faixa mais ampla, 0,91 a 3,4 $\mu\text{g de Mo semente}^{-1}$ (Figuras 2B e 2C). Considerando-se, porém, todos os testes realizados, de

vigor e de germinação, o conteúdo de Mo na semente de feijão de elevada qualidade fisiológica é 2,2 $\mu\text{g semente}^{-1}$, para o Meia Noite (Figura 1A, 1B e 1C), e 3,1 $\mu\text{g semente}^{-1}$, para o Novo Jalo (Figura 2A, 2B e 2C).

Esses resultados evidenciam a essencialidade do molibdênio para obtenção de sementes de feijão de elevado vigor, apesar de resultados obtidos por Bassan *et al.* (2001) terem revelado que a aplicação de molibdênio, associada à inoculação da semente com rizóbio, reduziu o vigor da semente de feijão.

CONCLUSÕES

O conteúdo de Mo da semente influencia-lhe a qualidade fisiológica.

Elevado conteúdo de Mo na semente retarda, mas não inibe, a germinação das sementes.

A máxima qualidade fisiológica das sementes de feijão dos cultivares Novo Jalo e Meia Noite foi obtida com conteúdos de molibdênio de 3,1 e 2,2 $\mu\text{g semente}^{-1}$, respectivamente.

A dose ótima de Mo para produção de sementes de feijão de elevada qualidade fisiológica é de 600,0 e 1.200,0 g ha^{-1} de Mo, respectivamente, para os cultivares Meia Noite e Novo Jalo.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG e à CAPES pelo apoio financeiro.

REFERENCIAS

- Ambrosano EJ, Ambrosano GMB, Wutke EB, Bulisani EA, Martins ALM & Silveira LCP (1999) Efeitos da adubação nitrogenada e com micronutrientes na qualidade de sementes do feijoeiro cultivar IAC - Carioca. *Bragantia*, 58:393-99.
- Andrade WEB, Souza-Filho BF, Fernandes GMB & Santos JGC (1999) Avaliação da produtividade e da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro submetidas à adubação NPK. Niterói, Pesagro-Rio, Comunicado Técnico n °248, 5p.
- Bassan DAZ, Arf O, Buzetti S, Carvalho MAC & Santos NCB, Sá ME (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*, 23: 76-83.
- Binneck E (1999) Peletização e aplicação de molibdênio em sementes de trevo branco. *Revista Brasileira de Sementes*, 21: 203-07.
- Brasil (1992) Ministério da Agricultura e Recursos Agrárias. Regras para análise de sementes. Brasília, SNDA/DNDV/CLAV. 365p.
- Buchanan BB, Grusse W & Jones RL (2000) *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*. Rockville, Maryland, American Society of Plant Physiologists, 1367p.
- Cairns ALP & Kritzing JH (1992) Reduced Seed Dormancy of Wheat Caused by Molybdenum Deficiency. In: Walker-Simmons MK & Inreid JL (1992) *Pre-Harvest Sprouting Cereals*. St. Paul MN, American Association of Cereal Chemistry, p. 339-344.

- Carvalho NM (1994) O conceito de vigor em sementes. In: Vieira RD, Carvalho NM Testes de vigor em sementes. Jaboticabal, FUNEP, p. 1-30.
- Chatterjee C & Nautiyal N (2001) Molybdenum stress affects viability and vigor of wheat seeds. *Journal of Plant Nutrition*, 4: 1377-86.
- EMBRAPA (1985) Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. Recomendações técnicas para o cultivo do feijoeiro. 2ª ed. Goiânia, EMBRAPA-CNPAP. Circular técnica, 13, 40p.
- Ferreira AC de B (2001) Nutrição e produtividade do feijoeiro em função do molibdênio contido na semente e da sua aplicação via foliar. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 76p.
- IBGE (2005) Sistema de recuperação automática – SIDRA. <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/> em 20/09/05 página mantida pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e gestão.
- Leite UT, Pires AA, Araújo GAA & Vieira RF (2002) Absorção de Mo e de N em diferentes variedades de feijão em função de doses de Mo. In: VII Congresso Nacional de Pesquisas de Feijão, Viçosa, Anais, UFV, p.814-17.
- Li W, Wang Z, Mi G, Han X & Zhang F (2001) Molybdenum deficiency in winter wheat seedlings as enhanced by freezing temperature. *Journal of Plant Nutrition*, 24: 1195 – 1203.
- Meireles RC, Reis LS dos, Araújo EF, Soares A da S & Pires AA, Araújo GAA (2003) Efeito da época e do parcelamento de aplicação de molibdênio, via foliar, na qualidade fisiológica das sementes de feijão. *Revista Ceres*, 50: 699-707.
- Mendel RR & Schwarz G (1999) Molybdoenzymes and molybdenum cofactor in plants. *Critical Review in Plant Science*, 18: 33–69.
- Merlot S & Giraudat J (1997) Genetic analysis of abscisic acid signal transduction. *Plant Physiol.*, 114: 751-757.
- Modi A (2002). Wheat seed quality in response to molybdenum and phosphorus. *Journal of Plant Nutrition*, 25: 2409-2419.
- Vieira RD & Carvalho NM (1994) Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP,
- Vieira RF, Vieira C & Ramos JAO (1993) Produção de sementes de feijão. Viçosa, EPAMIG/EMBRAPA, 131p.