

Tratamento de Sementes de Feijão com Micronutrientes Embebição e Qualidade Fisiológica

Micronutrient treatment of bean seeds: imbibition and physiological quality

Oscar J. Smiderle
Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima
ojsmider@cpafrr.embrapa.br

Marcelo H. Miguel e Mariane V. Carvalho
Discente do Departamento de Produção Vegetal, ESALQ/USP, Piracicaba

Silvio M. Cícero
Docente do Departamento de Produção Vegetal, ESALQ/USP, Piracicaba

Resumo: Foi conduzido experimento no Laboratório de Análise de Sementes e no Campo Experimental do Departamento de Produção Vegetal, da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP, com o objetivo de verificar efeitos de micronutrientes, aplicados nas sementes, na embebição e na qualidade fisiológica de sementes. Sementes dos cultivares Carioca e Pérola foram tratadas com cobalto, molibdênio e zinco de forma isolada e combinada, totalizando 8 tratamentos. As sementes de todos os tratamentos, incluindo as da testemunha, foram tratadas com a mistura dos fungicidas Benlate e Rhodiauram. Foram separadas 40 sementes e postas no interior de minicâmaras contendo 20 mL de água e uma tela para suspender as sementes, mantidas em câmara BOD (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 18 e 24 horas) à 15 e 25°C. A embebição das sementes foi avaliada através do ganho de peso nas sucessivas pesagens, enquanto a qualidade fisiológica foi avaliada pelos testes germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas em campo e velocidade de emergência de plântulas. Concluiu-se que: i) as sementes tratadas ou não com micronutrientes não apresentaram diferenças de embebição; ii) a embebição das sementes na presença ou ausência de micronutrientes descreveu uma sigmóide similar; iii) não foram observadas diferenças significativas na qualidade fisiológica das sementes de feijão oriundas dos tratamentos com micronutrientes.

Palavras-Chave: feijão; micronutrientes; embebição; qualidade fisiológica.

Abstract: An essay was conducted in the Laboratory of Seed Analysis and in the Experimental Station of Department of Vegetal Production, pertaining to Superior School on Agriculture Luiz de Queiroz, University of São Paulo, in Piracicaba, SP, with the objective of verifying the effects of micronutrients, applied to the seeds, on imbibition and physiological qualities of seeds. Seeds of cultivars “Carioca” and “Pérola” were treated with cobalt, molybdenum and zinc in isolated and combined forms, totalizing 8 treatments. Seeds of all treatments, including control, were treated with a mixture of fungicides Benlate and Rhodiauram. Forty seeds were separated and placed in the interior of minichambers containing 20 mL of water and a screen as to suspend the seeds, all maintained inside a BOD chamber (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 18 and 24 hours) between 15° and 25 °C. Imbibition of seeds was assessed through weight gain over successive weighings, while physiological quality was assessed by germination tests, first germination counting, accelerated ageing, field seedling emergence and velocity of seedling emergence. One may conclude the following: i) seeds treated or not with micronutrients did not show differences concerning to imbibition; ii) imbibition of seeds with or without micronutrients described a similar sigmoid; iii) no significant differences were observed concerning to physiological quality within bean seeds derived from treatments with micronutrients.

Key-words: beans, micronutrients, imbibition, physiological quality.

Introdução

As leguminosas desempenham um papel importante na agricultura e na alimentação e o feijão destaca-se por ser um componente alimentar básico na dieta da população brasileira (YOKOYAMA *et al.*, 2000).

A implantação adequada da cultura de feijão depende da correta utilização de diversas práticas culturais, entre elas, o tratamento de sementes com fungicidas, associado à aplicação de micronutrientes pode oferecer garantia

adicional para o estabelecimento e desenvolvimento adequado da lavoura.

No Brasil, a cultura do feijão está passando por uma transformação, em que a produtividade, a eficiência, a lucratividade e a sustentabilidade são aspectos de grande importância. Dentro desse conjunto dinâmico atual, os micronutrientes, de importância conhecida há várias décadas, só recentemente passaram a ser utilizados nas adubações, antes de modo indiscriminado, agora com mais conhecimento científico e técnico.

As principais causas que motivaram o uso de micronutrientes foram: *i.* Evolução substancial na produtividade do feijoeiro, em sistemas de sequeiro e irrigado, naqueles de alta tecnologia, provocando maior remoção e exportação de micronutrientes, levando a deficiências no solo; *ii.* Uso freqüente de adubos com fórmulas de alta concentração, desprovidas de resíduos de micronutrientes; *iii.* Uso de calcário, ainda de forma indiscriminada, tanto com relação à quantidade, quanto a profundidade de incorporação e; *iv.* Uso intensivo das áreas irrigadas, sem procurar equilibrar a fertilidade do solo.

A demanda de conhecimento sobre este tema tem aumentado nos últimos anos, principalmente nas culturas de alta produtividade e com visão empresarial.

Há, na literatura, poucos resultados conclusivos sobre a resposta do feijoeiro a micronutrientes. Grande número de trabalhos foi realizado utilizando misturas de micronutrientes, muitas vezes apenas comparando presença e ausência, e deixando a desejar no correlacionamento dos resultados com os teores no solo ou na planta. Apesar de importante, pouca atenção tem sido dada às interações envolvendo micronutrientes, as quais podem elucidar melhor as suas funções no metabolismo da planta, bem como também controlar sua disponibilidade para as culturas, especialmente em condição de campo (FAGERIA, 2001).

Comparativamente aos macronutrientes, os micronutrientes têm apresentado baixa resposta, com exceção do boro e do zinco, cuja baixa disponibilidade é normal nos solos brasileiros (OLIVEIRA *et al.*, 1982; OLIVEIRA *et al.*, 1996).

Quanto ao boro, cobre, ferro e manganês, as respostas têm sido menores, o que não exclui a importância para solos carentes, cuja produtividade pode ser limitada por aquele micronutriente cuja concentração no solo encontra-se abaixo do nível crítico, ou ainda, no limite inferior de concentração referencial pela planta naquelas condições de fertilidade (OLIVEIRA *et al.*, 1996). Já o Mo é o micronutriente mais estudado atualmente, oferecendo respostas satisfatórias via foliar, conforme é mostrado no presente trabalho. Ele é componente da enzima redutase do nitrato, indispensável para o aproveitamento do nitrato absorvido pela planta.

Mesmo nos casos em que houve decréscimo nos teores de nutrientes nas sementes do feijoeiro, em função das aplicações de diferentes doses de manganês e/ou zinco, caso do N, P, B e Cu, seus teores ainda eram próximos dos considerados adequados para a cultura. Ressalta-se ainda, que a extração de nutrientes seguiu a seguinte ordem para macro (N>K>P>S>Ca=Mg) e micronutrientes (Zn>Fe>Mn>B>Cu), concordando em grande parte com a ordem reportada na literatura (BARBOSA FILHO e SILVA, 2000).

Com relação ao molibdênio, as respostas têm sido freqüentes, conforme diversos autores (JACOB NETO e FRANCO, 1986; BERGER *et al.*, 1993, 1995, 1996; DINIZ *et al.*, 1996 a, b; ANDRADE *et al.*, 1998, 2001).

Os solos de cerrado são normalmente caracterizados pela baixa fertilidade. As adubações com nitrogênio, fósforo e potássio têm permitido à cultura do feijão expressar em torno de 50% de seu potencial produtivo (CARVALHO, 2002). Entretanto, quando essa adubação é feita após correção de acidez, esse valor percentual eleva-se para aproximadamente 80%. Quando complementada com micronutrientes, essa capacidade produtiva do feijoeiro atinge valores ainda maiores (OLIVEIRA *et al.*, 1996; ANDRADE *et al.*, 2001; GALRÃO, 2002; ALMEIDA *et al.*, 2000; ABREU *et al.*, 2001).

Os experimentos com Co e Mo, essenciais para a atividade do rizóbio, são, normalmente, usadas em doses baixas, variando de 0,25 a 2,0 kg ha⁻¹ (VIEIRA, 1998). SCARAMUSSA *et al.* (1996) verificaram que o Zn não teve efeito, mas o B, na fonte de bórax (11% de B), na dose de 22 kg ha⁻¹, aumentou a produtividade em 14% em relação à ausência de B na adubação. CORRÊA *et al.* (1990), conduzindo experimento em vaso, usando 0,60 g ha⁻¹ de Co, obtiveram maior produção de grãos por planta, em presença de rizóbio.

A adição foliar de Mn e Zn aumentou linearmente os teores foliares destes nutrientes. As doses correspondentes à máxima eficiência técnica de Mn e Zn (315 e 280 g ha⁻¹, respectivamente) propiciaram acréscimos nos teores foliares de N, K, Ca, Mg, S, B, Cu e Fe. Houve ainda decréscimo acentuado no teor de P, com a aplicação do manganês, principalmente na presença do zinco concluem TEIXEIRA *et al.* (2003).

Em experimento realizado no submédio do São Francisco, em cultura irrigada de feijão, não foram encontradas respostas aos micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn (FARIA e PEREIRA, 1998). Fontes de Zn aplicadas via semente foram testadas por PRADO *et al.* (2007) na nutrição e crescimento inicial de milho.

Dentre os micronutrientes, segundo Abreu e Abreu (1998), o B e o Zn são os mais limitantes do desenvolvimento normal das plantas, devido aos baixos teores disponíveis nos solos. Analisaram-se 9.049 amostras, das quais 97% apresentaram teores de B menores que 0,06 mg dm⁻³; e para o Zn, 52% com valores menores que 1,2 mg dm⁻³; Mn e Cu vêm logo a seguir com valores semelhantes entre si; o Fe praticamente não apresentou problema de disponibilidade.

ANDRADE *et al.* (1996), verificaram que o cultivo de feijão em sucessão ao arroz, em solos de várzea, provoca deficiência de B, Zn e Fe, mostrando ainda que, em condições de cultivo sucessivo, especial atenção deverá ser dada a esses nutrientes, que a curto prazo poderão causar limitações à cultura. Entretanto, é importante ressaltar que as plantas não manifestam sintomas visuais de deficiência desses nutrientes.

Segundo DELOUCHE (1981), para se obter sementes de alta qualidade é indispensável a realização de adubação mineral adequada. No entanto, trabalhos que objetivam relacionar adubação e nutrição das plantas com a qualidade fisiológica das sementes são em número

reduzido e os resultados nem sempre são concordantes (CARVALHO *et al.*, 2001).

Para CARVALHO e NAKAGAWA (2000), o N pode influenciar na qualidade fisiológica das sementes, mas os seus efeitos variam com as condições ambientais e o estágio de desenvolvimento da planta em que ocorre a aplicação do fertilizante. Fica evidente a necessidade da execução de mais estudos sobre a adubação/nutrição e a qualidade fisiológica das sementes de feijão, objetivando não só a qualidade, mas, também, a elevação da produtividade (CARVALHO *et al.*, 2001).

Assim, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar efeitos do tratamento de sementes de feijão, com os micronutrientes cobalto, molibdênio e zinco, isoladamente e combinados entre si, sobre a embebição e a qualidade fisiológica das sementes.

Materiais e métodos

Local: Laboratório de Análise de Sementes e no Campo Experimental do Departamento de Produção Vegetal, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP.

Sementes

Sementes das cultivares Carioca e Pérola foram tratadas com os micronutrientes cobalto (20 g de sulfato de cobalto/100 kg de sementes), molibdênio (50 g de molibdato de sódio/100 kg de sementes) e zinco (100 g de sulfato de zinco/100 kg de sementes), de forma isolada e combinada, totalizando 8 tratamentos. As sementes de todos os tratamentos, incluindo as da testemunha, foram tratadas com a mistura dos fungicidas Benlate (Benomyl) e Rhodiauram (Thiram) (100 g + 140 mL do produto comercial/ 100 kg de sementes).

Tratamentos

1. Mo + Co + Zn
2. Mo + Co
3. Mo + Zn
4. Mo
5. Co + Zn
6. Co
7. Zn
8. Testemunha

Avaliações

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes foi realizada imediatamente após a aplicação dos produtos (micronutrientes e fungicidas) nas sementes.

A embebição das sementes foi avaliada através do ganho de peso nas sucessivas pesagens, enquanto a qualidade fisiológica foi avaliada pelos testes de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas em campo e velocidade de emergência de plântulas.

Embebição das sementes: foram separadas 40 sementes, 4 repetições de 10 e postas no interior de minicâmaras compostas de caixas plásticas contendo em

seu interior 20 mL de água e uma tela para suspender as sementes, que foram postas entre papel *germitest* (6 folhas) e mantidas em câmara BOD (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 18 e 24 horas) nas temperaturas de 15 e 25 °C. A embebição das sementes foi avaliada através do ganho de massa nas sucessivas medidas de massa realizada em balança digital com 2 casas decimais.

Teste de germinação (G): foi realizado com 400 sementes, utilizando-se como substrato rolos de papel *germitest*, umedecido a 2,5 vezes a massa do papel seco e mantidas à temperatura de 25 °C. As avaliações foram efetuadas conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992) e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

Primeira contagem de germinação (PCG): o teste foi realizado em conjunto com o de germinação, considerando-se a porcentagem de plântulas que, no 4º dia após a instalação do teste, apresentavam as características de normalidade descritas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992) e o comprimento mínimo de 3 cm. Os resultados foram expressos em porcentagem média para cada tratamento.

Envelhecimento acelerado (EA): foi adotada a metodologia recomendada pela *Association of Official Seed Analysts* (1983). Assim, uma camada única de sementes de cada tratamento foi colocada sobre uma tela metálica interna de uma caixa tipo *gerbox*. As caixas contendo 40 mL de água, foram tampadas e mantidas em incubadora, à 41 °C, durante 96 horas. Após esse período, foi conduzido o teste de germinação, com avaliação única aos 4 dias, computando-se a porcentagem média de plântulas normais.

Emergência de plântulas em campo (EC): foi instalada em canteiros, no campo experimental do LAG/ESALQ/USP; para cada tratamento foram semeadas, manualmente, 100 sementes em quatro linhas de quatro metros. A contagem foi realizada aos 4 e 21 dias após a semeadura.

Velocidade de emergência de plântulas em campo (VE): esta determinação foi conduzida juntamente com o teste de emergência de plântulas; a velocidade de emergência foi obtida conforme POPINIGIS (1985).

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância e aplicação do teste F, tendo-se comparado as médias pelo teste de Tukey a 5%. Todos os cálculos foram realizados por meio do programa de computador ESTAT, conforme descrito por BANZATO e KRONKA (1995).

Para comparação dos resultados, foram realizadas análises de variância, fazendo transformação dos valores expressos em porcentagem para $\arcseno(\sqrt{x+1/2})$, nas tabelas estão dados médios originais. Para as variáveis que apresentaram efeito significativo pelo teste F, realizaram-se análises de regressão, utilizando-se o programa estatístico SAS (SAS, 2003).

Resultados e discussão

Na embebição das sementes, a velocidade de embebição das sementes tratadas com os micronutrientes foram

observadas pequenas variações entre os tratamentos (Figuras 1, 2, 3 e 4).

Nas sementes de feijão carioca foram observadas maiores diferenças entre os tratamentos quando as sementes foram embebidas em câmara mantida a 15 °C, quando comparadas com a 25°C (Figuras 1 e 2).

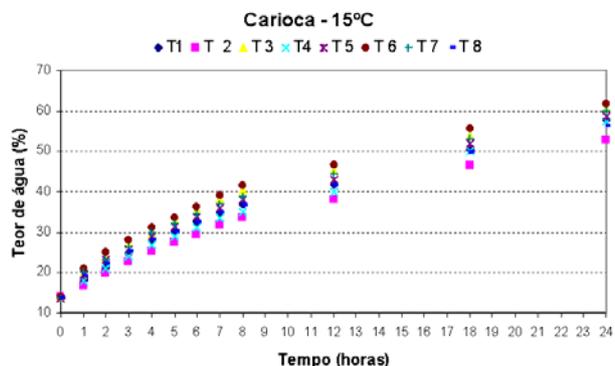


Figura 1: Teores de água em sementes de feijão cv. Carioca tratadas ou não com micronutrientes em função do tempo e expostas a temperatura ambiente de 15 °C.

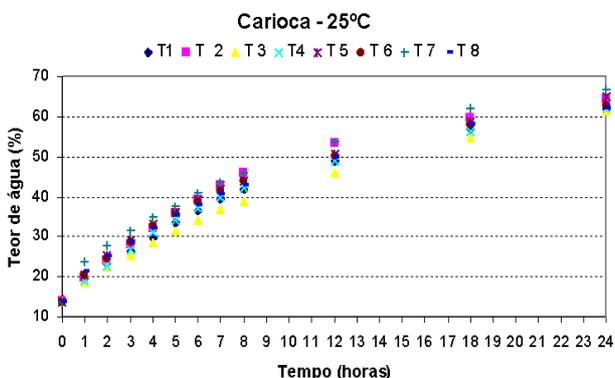


Figura 2: Teores de água em sementes de feijão cv. Carioca tratadas ou não com micronutrientes em função do tempo e expostas a temperatura ambiente de 25°C.

Nas sementes de feijão pérola, em 15°C os tratamentos apresentaram valores mais próximos do que quando foram embebidas a 25°C (Figuras 3 e 4). Verifica-se ai um pequeno diferencial entre as duas cultivares de feijão em estudo.

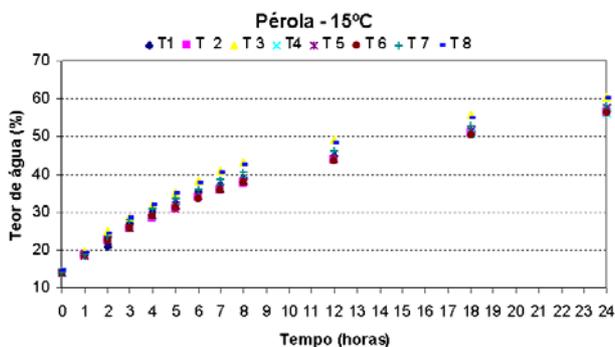


Figura 3: Teores de água em sementes de feijão cv. Pérola tratadas ou não com micronutrientes em função do tempo e expostas a temperatura ambiente de 15 °C.

As sementes das duas cultivares resultaram ao final das 24 horas de embebição, em valores próximos para as duas temperaturas em estudo. Sendo que a temperatura de 25°C resultou em teores de água ligeiramente superiores de 60%

e a de 15°C em valores pouco inferiores de 60% (Figuras 2, 4 e 1, 3, respectivamente).

Apresentamos com maior destaque as figuras com as curvas descritas pelas sementes quando mantidas em câmara com 15 e 25 °C. Como se esperava, na temperatura superior a embebição das sementes foi mais rápida.

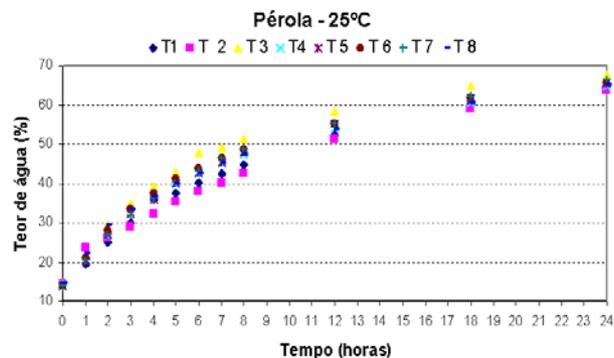


Figura 4: Teores de água em sementes de feijão cv. Pérola tratadas ou não com micronutrientes em função do tempo e expostas a temperatura ambiente de 25 °C.

Nas figuras 5 e 6 verifica-se um comparativo do comportamento da marcha de embebição das sementes em função do tempo para as duas temperaturas em estudo para cada cultivar. Estas curvas estão expressas pelas respectivas equações $Y_{15}=16,2+3,055x-0,0565x^2$, coeficiente de determinação $R^2 = 0,99$ e $Y_{25}=16,38+3,98x-0,0868x^2$, coeficiente de determinação $R^2 = 0,99$ para a cultivar de feijão Carioca (Figura 5) e pelas equações $Y_{15}=16,22+3,474x-0,075x^2$, coeficiente de determinação $R^2 = 0,99$ e $Y_{25}= 17,75+4,587x-0,112x^2$, coeficiente de determinação $R^2 = 0,98$ para a cultivar de feijão Pérola (Figura 6).

Partiu-se de sementes com aproximadamente 10% de teor de água obtendo-se no final de 24 horas de embebição, nestas condições ambientes, teores próximos de 60% ou pouco superiores quando a temperatura foi 25 °C para as duas cultivares (Figuras 5 e 6).

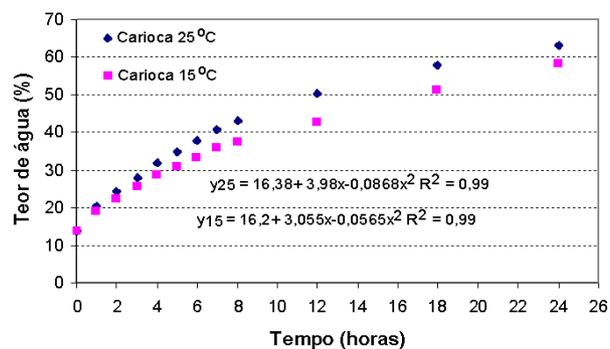


Figura 5: Teores de água em sementes de feijão cv. Carioca tratadas ou não com micronutrientes em função do tempo e expostas a ambientes com temperaturas de 15 e 25 °C.

Diante destes resultados, não se esperaria que na germinação ou nos testes de vigor se verificassem maiores diferenças de resposta das sementes tratadas ou não com micronutrientes.

Pelas análises realizadas nos resultados obtidos, verificou-se que a qualidade das sementes não foi afetada

pelos tratamentos aplicados, tanto para a cultivar de feijão Carioca quanto a Pérola.

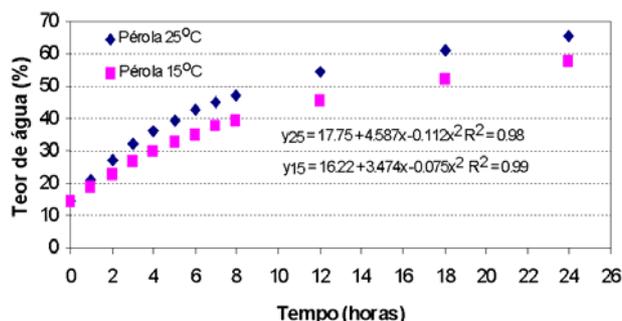


Figura 6: Teores de água em sementes de feijão cv. Carioca tratadas ou não com micronutrientes em função de tempo e expostas a ambientes com temperaturas de 15 e 25 °C.

Tabela 1: Resultados obtidos na germinação (G, %), primeira contagem de germinação (PCG, %), envelhecimento acelerado (EA, %), emergência em campo (EC, %) e velocidade de emergência (VE) de sementes de dois cultivares de feijão, tratadas com micronutrientes.

Tratamentos	G	PCG	EA	EC	VE
CARIOCA					
Mo + Co + Zn	86a*	78a	60 b	89a	10,5a
Mo + Co	88a	78a	66ab	90a	10,9a
Mo + Zn	89a	82a	69ab	93a	11,1a
Mo	90a	77a	75a	90a	10,6a
Co + Zn	88a	80a	66ab	93a	10,9a
Co	87a	69a	68ab	93a	11,2a
Zn	90a	79a	67ab	91a	10,8a
Testemunha	91a	80a	65ab	91a	11,0a
C.V. %	7,6	9,6	10,8	4,2	4,1
PÉROLA					
Mo + Co + Zn	94a	88a	53ab	95a	11,3ab
Mo + Co	91a	85a	48ab	97a	12,0a
Mo + Zn	96a	93a	55ab	97a	11,6ab
Mo	96a	93a	43 b	97a	11,8ab
Co + Zn	94a	83a	53ab	91a	11,0 b
Co	90a	85a	47ab	96a	11,7ab
Zn	93a	89a	59a	96a	11,4ab
Testemunha	91a	84a	51ab	95a	11,5ab
C.V. %	7,6	9,6	10,8	4,1	5,0

Legenda: * Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Duncan à 5% de probabilidade

Nos testes realizados nas sementes de feijão Carioca apenas no envelhecimento acelerado (EA) mostrou variações significativas (Tabela 1) destacando as sementes tratadas com Mo em relação as que receberam Mo+Co+Zn. Já para a cultivar Pérola, além do envelhecimento acelerado (EA) onde as sementes tratadas com Mo foram menos vigorosas que as tratadas com Zn a velocidade de emergência (VE) também apresentou diferenças estatísticas entre as sementes tratadas com

Co+Zn apresentaram menor VE do que as que foram tratadas com Mo+Co. Entretanto, as sementes da testemunha estiveram entre os tratamentos sem mostrar valores superiores ou inferiores.

Os valores obtidos para os testes de vigor das sementes e os de germinação das sementes estão dentro do esperado, verificando-se boa proximidade entre a germinação e a emergência em campo das sementes o que sugere que realmente os tratamentos não interfeririam na qualidade das sementes de feijão Carioca e Pérola.

Conclusões

A análise dos dados e a interpretação dos resultados do presente trabalho permitem concluir que *i*) as sementes tratadas ou não com micronutrientes não apresentaram diferenças de embebição; *ii*) a presença ou ausência de micronutrientes nas sementes descreveu uma sigmoide similar de embebição; e *iii*) não foram observadas diferenças significativas na qualidade fisiológica das sementes de feijão oriundas dos tratamentos com micronutrientes.

Referências citadas

- ABREU, C.A. de; ABREU, M.F. de. Micronutrientes e metais pesados em solos: monitoramento de áreas agrícolas. **Anais. FERTBIO** 98, v. 1, p. 455, Caxambu-MG, 1998.
- ABREU, C.A. et al. Disponibilidade e avaliação de elementos catiônicos: zinco e cobre. In: FERREIRA, M.E. et al. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 125-150.
- ALMEIDA, C.; CARVALHO, M.A.C.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Uréia em cobertura e via foliar em feijoeiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.293-298, 2000.
- ANDRADE, C.A. de B.; PINTO, J.C.; SANTOS, E.B. dos; ANGELOTTI, F. Efeitos de doses de molibdênio, aplicadas via foliar em duas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: XXIII REUNIÃO BRASILEIRA FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS; VII REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS; V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO; II REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO. **Resumos**. Caxambú, UFLA/SBCS/SBM, 1998, p. 306.
- ANDRADE, M.J.B. de; ALVARENGA, P.E. de; SILVA, R. da; CARVALHO, J.G. de; LUNKES, J.A. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) às adubações nitrogenadas e molibídica e à inoculação com *Rhizobium leguminosarum* bv. *Phaseoli*. In: RENAFE, 5, Goiânia. **Resumos**. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 1996. p. 79-81. 1996.
- ANDRADE, M.J.B.; DINIZ, A.R.; CARVALHO, J.G.; LIMA, S.F. Resposta do feijoeiro às adubações nitrogenada e molibídica e à inoculação com *Rhizobium tropici*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n.4, p. 934-940, jul./ago. 2001.

- AOSA. ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSIS. **Seed vigour testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 88p.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 3.ed. Jaboticabal : FUNEP, 1995. 247p.
- BARBOSA FILHO, M.P.; SILVA, O.M. Adubação e calagem para o feijoeiro em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.7, p.1317-1324, 2000.
- BERGER, P.G.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G.A. de A. Efeitos de doses e épocas de aplicação do molibdênio sobre a cultura do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, p.473-80. 1996
- BERGER, P.G.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G.A. de A.; CASSIWI, S.T.A. Peletização de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) com carbonato de cálcio, rizóbio e molibdênio. **Revista Ceres**, v.42, p.562-74. 1995.
- BERGER, P.G.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G.A. de A.; MIRANDA, G.V. Adubação molibdic por via foliar na cultura do feijão: Efeitos de época de aplicação. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO FEIJÃO, 4, 1993, Londrina. **Resumos**. Londrina: IAPAR, p.160. 1993.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CARVALHO, E.A. **Avaliação agrônômica da disponibilização de nitrogênio à cultura de feijão sob sistema de semeadura direta**. Tese de Doutorado. ESALQ, Piracicaba, 2002. 63p.
- CARVALHO, M.A.C.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; SANTOS, N.C.B.; BASSAN, D.A.Z. Produtividade e qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob influência de parcelamento e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.25, n.3, p.617-624, 2001.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- CORREA, J.R.V.; JUNQUEIRA NETTO, A.; REZENDE, P.M. de; ANDRADE, L.A. de B. Efeitos de *Rhizobium*, molibdênio e cobalto sobre o feijoeiro comum cv. Carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, p.513-9. 1990.
- DELOUCHE, J.C. Metodologia de pesquisa em sementes: III. Vigor, envigoramento e desempenho no campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.3, n.2, p.57-64, 1981.
- DINIZ, A.C.; ANDRADE, M.J.B. de; CARVALHO, J.G. de; LIMA, S.F. de; LUNKES, J.A. Resposta da cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à aplicação de nitrogênio (cobertura e semeadura) e de molibdênio foliar. In: RENAFE, 5, 1996, Goiânia, 1996. **Resumos**. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, p. 73-5. 1996 b.
- DINIZ, A.R.; ANDRADE, M.J.B. de; BERGO, C.L.; LUNKES, J.A. Resposta da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à aplicação de nitrogênio em cobertura e de molibdênio foliar. In: RENAFE, 5, Goiânia. **Resumos**. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 1996. p.71-2. 1996a
- FAGERIA, V.D. Nutrient interactions in crop plants. *Journal Plant Nutrition*, New York, v.24, p.1269-1290, 2001.
- FARIA, C.M.B. de; PEREIRA, J.R. Respostas de culturas irrigadas à aplicação de micronutrientes no submédio São Francisco. In: FERTIBIO 98, v.1, Caxambu, 1998. **Resumos**, Lavras, UFLA/SBCS/SBM. 863 p. 1998.
- GALRÃO, E.Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Eds.) **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, 2002. p.185-226.
- JACOB NETO, J. e FRANCO, A.A. Adubação de molibdênio no feijoeiro. **Seropédica**: EMBRAPA/UAPNPBS. 1986. (Comunicado Técnico).
- OLIVEIRA, I.P. de; ARAÚJO, R.S. e DUTRA, L.G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R.S.; RAUA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (eds.). **Cultura do feijoeiro no Brasil**. Piracicaba, POTAFOS, p.169-221. 1996.
- OLIVEIRA, I.P.; KLUTHCOUSKI, J.; CARVALHO, J.R.P. Efeitos de macro e micronutrientes na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em Latossolos Vermelho-Escuro. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1, Goiânia, 1982. **Anais**. EMBRAPA/CNPAF. p. 214-47. 1982.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.
- PRADO, R.M.; NATALE, W.; MOURO, M.C. Fontes de zinco aplicado via semente na nutrição e crescimento inicial do milho cv. Fort. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.23, n.2, 2007. p. 16-24.
- SCARAMUSSA, J.F.; RIBEIRO, A.C.; CHAGAS, J.M.; ARAÚJO, G.A. de A.; CECON, P.R. Efeito da aplicação foliar de bórax e de sulfato de zinco sobre a produção de grãos de feijoeiros (*Phaseolus vulgaris* cv. "Ouro"). In: XXIII REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 12, **Resumos expandidos**, Manaus-AM, p.357-8. 1996.
- TEIXEIRA, I.R.; BORÉM A.; ARAÚJO, G.A de A.; FONTES, R.L.F.; MOTA, J.H.; SILVA, A.G. Nutrição mineral do feijoeiro em função de doses de manganês e zinco. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 24, n. 2, p. 235-242, jul./dez. 2003
- VIEIRA, C. **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas**. Editado por VIEIRA, C.; PAULA Jr., T.J. de; BORÉM, A. Viçosa: UFV. 596 p. 1998.
- YOKOYAMA, L.P.; WETZEL, C.T.; VIEIRA, E.H.N.; PEREIRA, G.V. Sementes de Feijão: produção, uso e comercialização. In: **Sementes de Feijão: produção e tecnologia**. Editores Vieira, E.H.N.; Rava, C.A. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000, 270p.

Recebido e aceito para publicação em 29/04/2008