



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SEMENTES**

**TRANSLOCAÇÃO DE MOLIBDÊNIO PARA PLÂNTULAS
DE FEIJOEIRO NA APLICAÇÃO DE SEMENTES**

Ireni Leitzke Carvalho

**Pelotas
Dezembro - 2010**

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SEMENTES**

**TRANSLOCAÇÃO DE MOLIBDÊNIO PARA PLÂNTULAS
DE FEIJOEIRO NA APLICAÇÃO DE SEMENTES.**

IRENI LEITZKE CARVALHO

Dissertação apresentada à Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” da Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Professor Dr. Francisco Amaral Villela, como exigência parcial do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

**Pelotas
Dezembro – 2010**

Dados de catalogação na fonte:
(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

C331t Carvalho, Ireni Leitzke

Translocação de molibdênio para plântulas de feijoeiro na aplicação de sementes / Ireni Leitzke Carvalho ; orientador Francisco Amaral Villela.- Pelotas,2010.-34f. - Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel . Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2010.

1.*Phaseolus vulgaris* L. 2.Micronutrientes 3.Qualidade fisiológica I. Villela, Francisco Amaral(orientador) II .Título.

CDD 635.652

TRANSLOCAÇÃO DE MOLIBDÊNIO PARA PLÂNTULAS DE FEIJOEIRO NA APLICAÇÃO DE SEMENTES.

Ireni Leitzke Carvalho

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. Francisco Amaral Villela (Orientador)

Dr. Geri Eduardo Meneghello (Co-orientador)

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Francisco Amaral Villela – UFPel- Presidente

Prof. Dr. Ledemar Carlos Vahl – UFPel

Prof. Dr. Jorge Luiz Martins – UFPel

Dr. Geri Eduardo Meneghello – UFPel

*Ao meu esposo Sandro Olisio Outeiro Carvalho e
à minha filha Savannah Leitzke Carvalho*

Dedico...

AGRADECIMENTOS

Ao meu esposo e minha filha por todo o amor, apoio, incentivo e companheirismo nos momentos de conquistas e perdas.

Ao meu querido orientador, Professor Francisco Amaral Villela pelos valiosos ensinamentos durante o curso, amizade, dedicação e exemplo de profissional.

As minhas queridas colegas e amigas, Verônica e Alessandra por terem facilitado o trabalho em equipe e acima de tudo terem me brindado com sua amizade e carinho.

Ao amigo Geri pela amizade, companheirismo, paciência e ajuda valiosa prestada para a realização deste trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, pelo conhecimento transmitido e experiências repassadas ao longo do curso.

A todos os colegas do curso, pelo apoio e harmonioso convívio.

Aos funcionários do Laboratório de Zootecnia (UFPEL), Ana Elise e André pela valiosa colaboração.

Muito obrigada.

SUMARIO

RESUMO

ABSTRACT

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
	2.1- A cultura do feijoeiro	3
	2.2 - Funções e teor de molibdênio nas plantas	5
	2.3 - Formas de aplicação de molibdênio e relação com produtividade.....	7
3	MATERIAL E MÉTODOS	10
	3.1 - Determinação da qualidade fisiológica	10
	3.2 - Determinação do teor de molibdênio	12
	3.2.1 – Obtenção da matéria seca	12
	3.2.2 – Digestão da amostra	12
	3.2.3 – Preparação da amostra para leitura espectrofotométrica	12
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
	4.1- Doses de molibdênio e qualidade fisiológica	14
	4.2 - Teor de molibdênio nas plântulas	18
5	CONCLUSÕES	21
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

TRANSLOCAÇÃO DE MOLIBDÊNIO PARA PLÂNTULAS DE FEIJOEIRO NA APLICAÇÃO DE SEMENTES

AUTORA: Ireni Leitzke Carvalho

ORIENTADOR: Francisco Amaral Villela.

RESUMO - O molibdênio, essencial para a cultura do feijoeiro, influencia o metabolismo de fixação do nitrogênio atmosférico, tornando-se um micronutriente indispensável ao desenvolvimento da cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de molibdênio via tratamento de sementes sobre qualidade fisiológica de sementes de feijão e a translocação desse elemento químico em diferentes estádios de desenvolvimento da plântula. Os tratamentos foram constituídos pela aplicação de molibdênio via sementes, equivalentes a 0; 21,5; 43; 64,5 e 86 g.100kg⁻¹. Foram utilizadas sementes de feijão, cultivares Expedito e Valente. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos testes de germinação, primeira contagem da germinação, frio, envelhecimento acelerado, emergência em campo, índice de velocidade de emergência, comprimento e massa de matéria seca de parte aérea e de raiz. Para a determinação do teor de molibdênio, realizou-se a semeadura em bandejas utilizando substrato areia lavada. Aos 8, 10, 12 e 14 dias após a semeadura realizou-se a coleta das plântulas. Determinaram-se a massa e o teor de molibdênio da parte aérea, em espectrofotômetro UV-Visível a 405 nm. Os dados obtidos permitem afirmar que há possibilidade de aplicar molibdênio em feijão, via tratamento de sementes, em doses de até 86 g.100kg⁻¹, sem causar prejuízos à qualidade fisiológica e o teor de molibdênio nas plântulas aumenta linearmente com as doses aplicadas.

Palavras chave: *Phaseolus vulgaris* L., micronutriente, qualidade fisiológica.

TRANSLOCATION OF MOLYBDENUM FOR BEAN SEEDLINGS IN THE APPLICATION OF SEED

Author: Ireni Leitzke Carvalho
Adviser: Francisco Amaral Villela.

ABSTRACT - Molybdenum is essential for the bean crop, it influences the metabolism of fixing atmospheric nitrogen, it becomes an indispensable micronutrient for the development of culture. The aim of this study was to evaluate the effect of molybdenum seed treatment on physiological quality of bean seeds and translocation of this chemical element in different stages of seedling development. The treatments were a combination of seed molybdenum, equivalent to 0; 21,5; 43; 64,5 and 86 g.100kg⁻¹. It was used seeds of bean cultivars Expedite and Valente. The physiological quality of seeds was evaluated by germination, first count germination, cold test, accelerated aging, field emergence, emergence rate index, length and dry weight of shoot and root. For the determination of molybdenum translocated, the seeds were sown in trays using washed sand as substrate. At 8, 10, 12 and 14 days after sowing was conducted on the sampling of seedlings. We determined the mass and the molybdenum content of the shoot, by UV-Visible spectrophotometer at 405 nm. The data revealed that there is possibility of applying molybdenum in bean, by seed treatment, in doses of up to 40 g ha⁻¹, without causing damage to the quality and physiological translocated molybdenum content increases linearly with the applied doses.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., micronutrient, physiological quality.

1. INTRODUÇÃO

O feijão é um dos principais alimentos da população brasileira, especialmente a de baixa renda. Trata-se de importante fonte de proteína, além de possuir considerável conteúdo de carboidratos e ser rico em ferro. Na maioria das regiões produtoras predomina a exploração do feijoeiro por pequenos produtores, geralmente com uso reduzido de insumos, obtendo-se baixas produtividades.

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) pode obter o nitrogênio necessário a partir da fixação biológica do nitrogênio (FBN) atmosférico, através das bactérias do gênero *Rhizobium*. O molibdênio é um micronutriente que tem efeito marcante sobre a eficiência da simbiose, sendo um constituinte estrutural da enzima nitrogenase, que, dentro do nódulo, executa a atividade de FBN.

A busca de novas técnicas para aumentar a eficiência do processo de fixação biológica de nitrogênio é indispensável uma vez que este é o nutriente mais exigido pela cultura do feijoeiro (CAMPO e HUNGRIA, 2002).

A aplicação de molibdênio nas sementes tem sido uma prática comum para o cultivo de soja no Brasil (MARCONDES e CAIRES, 2005). Estudos demonstraram que a aplicação de molibdênio em sementes pode ser tão eficiente quanto às demais formas de aplicação e, além disso, apresenta vantagens econômicas, visto que o requerimento atinge quantidades 12 a 25 g.ha⁻¹, sendo que as pulverizações foliares demandam cerca de 80g.ha⁻¹ e a fertilização do solo 1.100g.ha⁻¹ (LANTMANN, 2002). Devido à deficiência natural de alguns solos, à exportação pelas sementes mediante elevadas produções e a não realização de adubação molíbdica pela maioria dos agricultores, está ocorrendo diminuição das reservas naturais do solo, o que pode afetar a capacidade produtiva das culturas (FERREIRA et al., 2003).

O tratamento de sementes é uma realidade no Brasil, sendo tratadas praticamente 100% das sementes de soja, com fungicidas, 30% com inseticidas e 50% com micronutrientes e produtos de recobrimento a base de polímeros que asseguram cobertura e aderência uniformes às sementes, melhorando o desempenho de sementes no campo, quer no estabelecimento inicial ou durante o

ciclo vegetativo da planta, sendo seu principal objetivo a proteção das sementes (BAUDET e PESKE, 2006).

A aplicação de molibdênio e a inoculação de sementes podem interferir no processo simbiótico. Assim, estudos que visem verificar a influência desses fatores na cultura do feijoeiro são de grande importância (BASSAN et al., 2001).

Por ser exigido em pequenas quantidades, é possível a aplicação juntamente ao tratamento de sementes. Porém, há deficiência de trabalhos que verifiquem a ocorrência ou não da absorção de molibdênio nas primeiras fases de desenvolvimento da planta.

Assim, o objetivo proposto neste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de molibdênio via tratamento de sementes sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro e o teor desse elemento químico em diferentes estádios de desenvolvimento da plântula.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1- A cultura do feijoeiro

Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial de feijão, sendo cultivado em aproximadamente 3,6 milhões de hectares, com produção anual em torno de 3,3 milhões de toneladas e produtividade média alcançando 950 kg.ha⁻¹. No Rio Grande do Sul, a área cultivada atinge 107 mil hectares, com produtividade em torno de 1080 kg.ha⁻¹ e produção de 115 mil toneladas no ano de 2010 (CONAB, 2010).

Os dados históricos relativos às safras 1976/77 a 2009/2010 relativos à estimativa de área cultivada, produtividade e produção indicam que no Brasil ocorreu diminuição na área cultivada no período compreendido entre 1980 e 2009 e aumento de produção de grãos de feijão, considerando o mesmo período (CONAB, 2010). Conseqüentemente, houve aumento na produtividade das lavouras de feijão no Brasil, provavelmente pela adoção de maior aporte tecnológico e uso de variedades melhoradas.

A maioria das lavouras de feijão é cultivada no sistema convencional, apenas as grandes áreas utilizam maquinário moderno e semeadura direta, sendo comum na região Centro-Oeste a utilização do cultivo sob pivô (CONAB, 2010).

A média de consumo de feijão no Brasil alcança 12,7 kg por habitante ano, sendo a preferência do consumidor regionalizada e diferenciada, principalmente quanto à cor e ao tipo de grão (EMBRAPA ARROZ e FEIJÃO, 2006).

2.2- Principais exigências nutricionais das plantas

As plantas necessitam de nutrientes para crescimento e desenvolvimento, alguns em grandes quantidades (macronutrientes) e outros em quantidades reduzidas (micronutrientes). A deficiência destes nutrientes pode acarretar sérios prejuízos à produção de diversas culturas (CAMPO et al., 2009), e se os nutrientes essenciais estiverem ausentes, as plantas não conseguem completar o seu ciclo de desenvolvimento (FERREIRA e CRUZ, 1991).

As deficiências de micronutrientes são mais comuns em regiões de clima temperado úmido, e em regiões tropicais úmidas, devido à lixiviação intensa associada à elevada precipitação pluvial. Atualmente, existem solos na Região Sul

com indícios de deficiência de certos micronutrientes devido ao intenso cultivo e à ausência de adubação de reposição. O pH do solo é um dos fatores que mais afeta a disponibilidade de nutrientes para as plantas. Com o aumento do pH, a disponibilidade de nutrientes como ferro, cobre, manganês e zinco são reduzidas, enquanto que o molibdênio (Mo) aumenta à medida que aumenta o pH do solo (LANTMANN et al., 1989; FERREIRA e CRUZ, 1991; LANTMANN, 2002; CAMPO et al., 2002).

Além do pH, a baixa fertilidade dos solos tem sido considerada fator preponderante para um baixo rendimento, principalmente no que se refere ao nitrogênio, macronutriente absorvido em maior quantidade pelo feijoeiro (GALLO e MIYASAKA, 1961).

Relatando a frequência relativa de deficiência de micronutrientes no Brasil por cultura e por elemento químico, Malavolta (1994) considerou o molibdênio o segundo elemento químico em número de ocorrências de deficiência na cultura da soja, sendo a seguinte ordem sugerida Zn>Mo>B>Cu=Mn>Fe.

A inoculação de bactérias do grupo dos *Rhizóbios*, capazes de fixar o nitrogênio atmosférico e fornecê-lo à planta, é uma alternativa que pode substituir, ainda que parcialmente, a adubação nitrogenada, resultando em benefícios ao agricultor. Resultados indicam que a cultura do feijoeiro, em condições de campo, pode se beneficiar do processo da fixação biológica de nitrogênio (FBN), alcançando níveis de produtividade de até 2.500 kg.ha⁻¹ (STRALIOTTO, 2003).

Alta produtividade do feijoeiro requer quantidades de nitrogênio (N) superiores a 100 kg ha⁻¹, que pode ser obtido a partir da fixação simbiótica do N atmosférico. No entanto, a eficiência desse processo biológico pode ser limitada por deficiências de micronutrientes, especialmente de Mo (CAMPO et al., 2009). Sendo o Mo, o micronutriente mais exigido pela cultura, sua deficiência pode prejudicar a sobrevivência do *Bradyrhizobium* e, conseqüentemente, sua nodulação e a FBN, diminuindo assim a produção (MORAES et al., 2008). O adequado suprimento de molibdênio pode influir positivamente na eficiência do *Rhizobium* no processo de fixação simbiótica do nitrogênio (ARAUJO et al., 1987).

2.3- Funções e teor de molibdênio nas plantas

O molibdênio, micronutriente encontrado no solo, é necessário para o crescimento da maioria dos organismos vivos, incluindo plantas e animais. Sua ocorrência pode ser verificada em vários estados de oxidação, variando de zero a VI, sendo VI a forma mais comum encontrada na maioria dos solos agrícolas (KAIZER et al., 2005).

Micronutriente essencial para as plantas, é um dos elementos minerais requeridos em menor quantidade. Vital para o desenvolvimento de espécies pertencentes à família Fabaceae, auxilia na nodulação que, por sua vez, é indispensável ao processo de fixação simbiótica de nitrogênio. Sua principal ação, em termos de processos metabólicos, está restrita à sua participação em enzimas, tais como nitrogenase, redutase do nitrato e xanthine oxidase/dehydrogenase (FERREIRA e CRUZ, 1991; JACOB NETO e ROSSETO, 1998). Por ter importantes funções no sistema enzimático do metabolismo do N₂, plantas dependentes de simbiose, se sujeitas à deficiência de Mo, ficam carentes de N₂ (VIEIRA et al., 1998; PESSOA et al., 2000; BAMBARA e NVAKIDEMMI, 2010).

O molibdênio é necessário para as plantas na absorção de nitrogênio na forma de NO₃, porque é componente da enzima redutase do nitrato, que catalisa a redução biológica do NO₃ a NO₂, primeiro passo para a incorporação do N₂, como NH₂ em proteínas (FERREIRA e CRUZ, 1991).

A concentração do molibdênio na planta é bastante variável, sendo comumente encontrada na faixa de 0,1 a 10 mg kg⁻¹ de matéria seca (MARTINÉZ et al., 1996). Os níveis críticos determinados para o feijoeiro são variáveis, conforme literatura. PESSOA (1998) considera plantas de feijoeiro deficientes em molibdênio se apresentarem teores foliares inferiores a 0,6 mg kg⁻¹. Todavia, Oliveira e Thung (1988) consideram a faixa adequada para o desenvolvimento da cultura de feijão variando de 0,4 a 1,4 mg kg⁻¹. Jacob-Neto e Franco (1986) determinaram, em casa de vegetação, que o nível crítico de Mo nas sementes para suprir a necessidade da planta foi de 3,51 µg de Mo.semente⁻¹.

De acordo com Ferreira (2001), existem acentuadas variações quanto ao nível crítico de molibdênio nos tecidos das plantas, pois a concentração do elemento

químico na planta aumenta com a dose aplicada e, além disso, ocorre elevada capacidade de translocação do nutriente das folhas para as sementes.

A planta de soja começa a absorver Mo do solo durante o período inicial de crescimento, aumentando sua concentração em toda a sua extensão, especialmente nos nódulos. Na fase de enchimento de grãos, a concentração de Mo na planta de soja diminui acentuadamente, enquanto aumenta na semente produzida (ISHIZUCA, 1982).

Na aplicação foliar em soja, Campo e Hungria (2002) verificaram que a translocação de Mo até os nódulos foi muito rápida, sendo as máximas concentrações verificadas cinco dias após a aplicação. A deficiência de Mo no solo poderá reduzir a síntese da enzima nitrogenase, com diminuição da fixação biológica do nitrogênio e, portanto, da produtividade. Caso ocorra baixa disponibilidade de molibdênio no solo, esse nutriente é distribuído das folhas para os nódulos, aumentando a deficiência na planta.

No metabolismo da planta, a participação do Mo está ligada às trocas de valência e transferência de elétrons por compostos nitrogenados, sendo restrita somente a algumas enzimas, como a redutase do nitrato e a nitrogenase, fundamentais no metabolismo do nitrogênio, pois catalisam a redução do N_2 atmosférico a NH_3 e de NO_3^- a NO_2^- . (LANTMANN, 2002; MARCONDES e CAÍRES, 2005).

Principalmente absorvido como molibdato (MoO_4^{-2}), caso esteja disponível no solo, e dessa forma transportado pelo xilema (MARENCO e LOPES, 2005). Esta forma aniônica é quimicamente muito próxima de SO_4^{-2} e HPO_4^{-2} , portanto esta aproximação química pode trazer implicações na disponibilidade de Mo no solo e na absorção pelas plantas (JACOB NETO e ROSSETO, 1998). A absorção desse elemento químico é dependente de sua concentração no solo e pode ser reduzida pelo efeito competitivo do SO_4^{-2} (FERREIRA e CRUZ, 1991).

Os sintomas de deficiência de molibdênio na planta são freqüentemente associados ao metabolismo do nitrogênio, em decorrência da exigência de molibdênio para a atividade de nitrogenase e fixação de nitrogênio (GUPTA, 2001).

Por ser de fácil translocação na planta, nas situações de deficiência, o íon Mo desloca-se das folhas mais velhas para as mais novas. Na soja, a deficiência pode

ser percebida pelo amarelecimento das folhas mais velhas, de forma semelhante à deficiência de nitrogênio (VIDOR e PEREZ, 1986; PESSOA, 1998; KAISER et al., 2005). Para Campo e Hungria (2002), isso indica que o Mo apresenta rápida e fácil translocação na planta. Em plantas bem supridas de N₂, os sintomas de deficiência de Mo são má formação das folhas e clorose das margens das folhas mais velhas.

2.4- Formas de aplicação de molibdênio e relação com produtividade

Diversos trabalhos demonstraram aumento na produtividade de grãos de soja e feijão, com o fornecimento de Mo, mediante aplicação no solo, nas sementes ou via foliar (CAMPO e HUNGRIA, 2002; LANTMANN, 2002; LEITE et al., 2007).

Uma forma eficiente de fornecer Mo às plantas consiste na embebição das sementes em soluções que contenham Mo (GUPTA, 1979), porém essa técnica pode prejudicar a germinação das sementes, por causar dano por embebição.

As formas de Mo mais utilizadas em adubações são os molibdatos de sódio (Na₂MoO₄) e de amônio ((NH₄)₂MoO₄) e o trióxido de molibdênio (MoO₃), sendo ainda utilizado o ácido molibídico (H₂MoO₄) e fertilizantes compostos contendo o Mo em sua composição como as fritas (Fritted Trace Elements). Estas formas podem ser supridas às plantas como adubo de solo, aspersão foliar (exceto o FTE) ou aderido às sementes (LANTMANN, 2002).

Em soja, Campo e Hungria (2002) também observaram efeito positivo do molibdênio na fixação biológica de nitrogênio em soja, com produtividade 17 % superior no tratamento inoculação + Mo, comparado ao tratamento só com inoculação. Outro efeito benéfico do Mo nas plantas foi relatado por Lima (2006), ao verificar aumento linear na produtividade de sementes de soja com a aplicação de doses crescentes do micronutriente, via tratamento de sementes.

Em soja, Campo *et al.* (1999) mostraram que os efeitos da aplicação de Mo via semente foram similares aos da aplicação do micronutriente via foliar. Resultados semelhantes foram encontrados por Santos et al. (2004), ao sugerirem que a aplicação de Mo via sementes, tende a ser mais eficiente que aplicação foliar por exigir menores doses.

Avaliando o efeito do teor de molibdênio em sementes de soja e a aplicação via sementes, Broch e Ranno (2005) obtiveram ganhos médios de 5,8 sacas.ha⁻¹ na aplicação de molibdênio via sementes.

De acordo com Ferreira et al. (2001), o tratamento de sementes é usualmente o meio mais prático para aplicação de molibdênio na cultura da soja, pois tanto a aplicação foliar quanto via sementes tem sido eficientes e a aplicação às sementes requer doses menores, da ordem de 12 a 25g ha⁻¹, enquanto na aplicação foliar são necessárias doses, da ordem de 1000 a 2000 g ha⁻¹.

Avaliando os efeitos do Mo na atividade das enzimas nitrogenase e redutase do nitrato e na produtividade do feijoeiro, Pessoa et al. (2001) constataram que a aplicação foliar aumentou as atividades das enzimas nitrogenase e redutase do nitrato, mantendo-as em patamares mais altos durante o ciclo da cultura, proporcionando maiores teores de N nas folhas e maior produtividade.

Conforme Oliveira et al. (2005), a aplicação de molibdênio em plantas de feijoeiro provoca aumento no número de vagens, elevação no teor de nitrogênio nas folhas e incremento na produção de grãos.

Ao avaliar o efeito da aplicação de molibdênio via semente e nitrogênio em cobertura nas características agrônomicas e produtividade do feijoeiro irrigado, Biscaro et al. (2009) concluíram que o fornecimento de Mo via semente aumentou a eficiência de utilização do N incrementando a produtividade, o índice relativo de clorofila, o número de vagens por planta e a massa dos grãos. Esses mesmos autores concluíram ainda que a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N, na ausência da aplicação de Mo, proporcionou aumento de 127% na produtividade de grãos, enquanto a combinação de 120 kg ha⁻¹ de N₂ com a aplicação de Mo promoveu incremento de 312%, em relação à testemunha.

Avaliando o efeito de doses e épocas de aplicação de molibdênio, via foliar, na produtividade e qualidade fisiológica de sementes do feijoeiro irrigado, Ascoli et al (2008) concluíram que a aplicação foliar de Mo aumentou a produtividade e promoveu a obtenção de sementes que originaram plântulas com maior desenvolvimento inicial.

Aplicando doses elevadas de molibdênio de até 2,5 kg ha⁻¹ na cultura do feijoeiro, via foliar e de forma parcelada, Leite et al. (2007) observaram que mesmo

nas menores doses houve incrementos significativos na produtividade, atingindo o rendimento de grãos máximo na dose de 225 g ha⁻¹ de Mo, e que doses elevadas de Mo não causaram efeitos fitotóxicos visíveis à cultura.

Por outro lado, ao avaliarem o efeito da inoculação de sementes e da aplicação de nitrogênio e molibdênio no desenvolvimento da planta e na produção e na qualidade fisiológica em sementes de feijoeiro, Bassan et al. (2001) observaram que a inoculação de sementes, bem como a aplicação de molibdênio, não foram eficientes sobre o desenvolvimento, a produtividade e a qualidade fisiológica de sementes. Semelhantemente, Moraes et al. (2008) também não verificaram aumento no rendimento de grãos de soja na aplicação de molibdênio via foliar e nas sementes.

As pesquisas tem mostrado os efeitos benéficos da aplicação de molibdênio em fabáceas, especialmente na fixação simbiótica de nitrogênio e na produtividade. A aplicação via tratamento de sementes requer doses acentuadamente inferiores comparativamente à aplicação foliar, embora a interferência sobre a qualidade de sementes não seja conhecida, tampouco a translocação para a plântula do feijoeiro.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes e na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, da Universidade Federal de Pelotas, no período de agosto a dezembro de 2010.

Foram utilizadas sementes de feijão preto, cultivares Expedito e Valente. Realizou-se o tratamento das sementes com molibdênio (Mo), utilizando como fonte molibdato de amônio (solução 127g.L^{-1}), nas doses: zero; 21, 42; 63 e $84\text{ g.}100\text{kg}^{-1}$ de sementes, que consistiram nos tratamentos.

A adesão do micronutriente às sementes foi realizada aplicando as doses do produto, sobre 1000g de sementes acondicionadas em sacos plásticos e agitadas vigorosamente até total distribuição do produto sobre superfície da semente. Em seguida, as sementes foram colocadas para secar em temperatura ambiente durante 24 horas.

3.1- Determinação da qualidade fisiológica

Para avaliação do efeito das doses de Mo sobre a qualidade fisiológica das sementes de feijão foram aplicados os seguintes testes:

Germinação (G): realizado conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), empregando quatro rolos de papel, cada um com 50 sementes, temperatura de 25°C e avaliações aos cinco e nove dias após a instalação do teste.

Primeira contagem de germinação (PCG): consistiu na determinação da porcentagem de plântulas normais obtidas no quinto dia após a instalação do teste de germinação.

Teste de envelhecimento acelerado (EA): na condução seguiram-se as recomendações de Marcos Filho (2005), sendo as sementes distribuídas sobre telas de alumínio, fixadas no interior de caixas plásticas (tipo gerbox) contendo 40 mL de água destilada. As caixas foram fechadas e mantidas em câmara regulada a 41°C , por 72 horas. Após esse período, as sementes foram colocadas para germinar,

computando-se a percentagem de plântulas normais no quinto dia após a instalação do teste.

Teste de Frio (TF): foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes seguindo metodologia do teste de germinação. Os rolos foram colocados em refrigerador a temperatura de 8 a 10°C, durante 7 dias, e após, mantidos em germinador a temperatura de 25°C e feita contagem das plântulas normais no quinto dia.

Comprimento da parte aérea (CPA) e da raiz (CR): quatro repetições de 10 sementes foram semeadas em rolos, posicionando-as de forma que a micrópila estivesse voltada para a parte inferior da folha de papel. Os rolos foram colocados na posição vertical em recipiente plásticos parcialmente imersos em coluna de água de 2cm, a fim de manter os rolos umedecidos. Os rolos e os respectivos recipientes foram envolvidos em saco plástico e mantidos em câmara BOD com controle de fotoperíodo por nove dias a 25°C. Ao final deste período, foi efetuada a medição das partes das plântulas normais (raiz primária e hipocótilo) utilizando-se uma régua graduada, em milímetros. Os resultados médios por plântula foram expressos em centímetros.

Massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR): foram utilizadas as partes aérea e radicular oriundas do teste de comprimento da parte aérea e da raiz, colocadas em estufa a 70°C com circulação de ar, durante 48h, sendo posteriormente pesadas em balança analítica. Os resultados foram expressos em mg.plântula^{-1} , considerando-se o peso médio das partes.

Emergência de plântulas em campo (EC): quatro amostras de 50 sementes de cada tratamento foram semeadas em sulcos de um metro de comprimento, com espaçamento entre linhas de 20 cm, cobertas com uma camada de solo de 3 cm. A avaliação foi realizada aos 14 dias após a semeadura, computando-se o número de plântulas emergidas. Foram consideradas emergidas as plântulas que emitiram os cotilédones acima da superfície do solo.

Índice de velocidade de emergência (IVE): foi determinado em conjunto com o teste de emergência de plântulas em campo, contando-se diariamente o número de plântulas emergidas até a estabilização da emergência. No final do teste,

empregando o número de plântulas emergidas a cada dia, calculou-se o IVE, empregando-se a fórmula proposta por MAGUIRE (1962).

3.2 - Determinação do teor de Mo

3.2.1 - Obtenção da matéria seca

As sementes, tratadas nas concentrações descritas anteriormente, foram colocadas para germinar em areia lavada, e, após oito, dez, doze e quatorze dias foi realizada a coleta das plântulas. As plântulas foram lavadas com água corrente e deixadas de molho por dez minutos em detergente triton- x100 a 1%, lavadas novamente em água corrente e água destilada. Após, com auxílio de um bisturi, separaram-se a raiz e a parte aérea, procedendo a secagem separadamente em estufa a 70°C por 48h.

3.2.2 - Digestão da amostra (adaptado de Tedesco et al., 1995)

Digestão à seco: 0,25 g da parte aérea, material seco, foi pesado em cadinho de porcelana de 50 ml e colocado em forno Mufla a 550°C, para queima durante duas horas (obtenção de cinzas).

Digestão ácida: após resfriamento, foram adicionadas às cinzas, três gotas de água deionizada e 3mL de ácido clorídrico (HCl) 6M e evaporados em placa aquecida (110-120°C) até secagem. Após, o precipitado foi diluído com 10mL de HCl 0,125M, e deixou-se decantar por 12 a 16 horas.

3.2.3 - Preparação da amostra para leitura espectrofotométrica

Após, o tempo decorrido de decantação, foram retirados 3mL do sobrenadante e transferidos para copo plástico descartável de 50mL. A esse volume foram adicionados 1mL de fluoreto de amônio (NH₄F) 0,25%, 1ml de água oxigenada (H₂O₂) 0,02% e 1 mL de iodeto de potássio (KI) 0,5%. Dez minutos após a adição de KI foi determinada a concentração de Mo em aparelho de espectrofotômetro UV-Visível, Metrolab 1700, a 405 nm. Os resultados foram expressos em mg.kg⁻¹ de massa seca (TEDESCO et al., 1995).

3.3 - Delineamento experimental e procedimento estatístico

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, avaliando-se separadamente cada uma das cultivares utilizadas.

Os dados expressos em porcentagem sofreram transformação arco seno e foram submetidos à análise de variância e à regressão polinomial, utilizando o Programa Winstat 1.0 (MACHADO e CONCEIÇÃO, 2003), em nível de significância de 95%.

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1- Doses de Mo e qualidade fisiológica

Na Tabela 1 são apresentados os resultados de germinação, primeira contagem, teste de frio, envelhecimento acelerado, emergência em campo e índice de velocidade de emergência, em sementes de feijão, cultivares Valente e Expedito, tratadas com molibdênio. Para ambas as cultivares e para todas as variáveis resposta, a análise de variância não mostrou efeito significativo das doses de molibdênio.

TABELA 1 - Dados médios de germinação (G), primeira contagem da germinação (PCG) teste de frio (TF), envelhecimento acelerado (EA), emergência em campo (EC) e índice de velocidade de emergência (IVE) em sementes de feijão tratadas com doses crescentes de molibdênio.

Cultivar	Doses Mo (mg.100g⁻¹)	G (%)	PCG (%)	TF (%)	EA (%)	EC (%)	IVE
Valente	0	89	81	80	66	92	6,9
	21,5	89	86	84	62	91	7,2
	43	87	87	83	60	89	6,7
	64,5	89	81	82	62	86	6,6
	86	89	83	84	62	88	7,3
Média		89	84	83	62	90	6,9
CV (%)		4,1	3,9	3,8	3,1	7,6	6,6
Expedito	0	94	83	93	88	93	7,7
	21,5	95	84	91	87	97	8,2
	43	94	83	91	87	96	8,7
	64,5	96	86	92	85	94	8,3
	86	90	80	87	83	94	7,7
Média		94	83	90	86	95	8,1
CV (%)		2,3	5,0	3,2	3,7	5,3	6,6

Observa-se na germinação que as diferentes doses de molibdênio utilizadas, em ambas as cultivares, não ocasionaram efeito significativo, embora tenham ocorrido variações de dois pontos percentuais (pp) na cultivar Valente e seis pp na cultivar Expedito, entre as doses que apresentaram maior e menor valor, respectivamente. Os valores indicam que as doses de molibdênio utilizadas não prejudicaram e nem estimularam a germinação de sementes de feijão.

Quanto ao teste de primeira contagem, os resultados mostraram tendência semelhante aos da germinação, ou seja, não houve diferença significativa entre as doses. Observa-se que houve variação de seis pp nas duas cultivares entre as doses que apresentaram maior e menor valor, respectivamente. Esses resultados evidenciam que o tratamento de sementes com doses crescentes de molibdênio não afeta o desempenho inicial de plântulas de feijão.

Com relação ao teste de frio não houve efeito significativo dos tratamentos em ambas cultivares. As sementes da cultivar Expedito na dose $86 \text{ g.}100 \text{ kg}^{-1}$ (87%), apresentou seis pp inferior em relação à dose zero (93%). Por outro lado para a cultivar Valente a variação máxima foi de quatro pp. As médias indicam, de maneira geral, que sementes da cultivar Expedito tiveram desempenho superior em relação às da cultivar Valente.

O teste de envelhecimento acelerado apresentou a mesma tendência do teste de frio, não revelando diferença significativa entre os tratamentos. As sementes da cultivar Valente mostraram menor vigor em relação às sementes da cultivar Expedito, média de 62% e 86%, respectivamente. Esta ocorrência pode ser atribuída ao fato de as sementes da cultivar Valente apresentarem maior incidência de danos mecânicos e de fungos. No teste do hipoclorito de sódio foi verificada uma incidência de danos mecânicos, 5% para cultivar Expedito e de 25% para cultivar Valente. Durante a condução do teste de germinação observou-se a ocorrência de fungos nas amostras de semente da cultivar Valente, mostrando maior sensibilidade ao teste de envelhecimento acelerado. Por outro lado, as sementes da cultivar Expedito apresentaram desempenho fisiológico superior, ou seja, o período do estresse não afetou acentuadamente os resultados do teste.

Em média, a redução relativamente ao teste de germinação atingiu 8 pp para a cultivar Expedito e 27pp na cultivar Valente.

Para o teste de emergência em campo, os resultados evidenciaram que não houve diferença entre tratamentos. No entanto, as sementes da cultivar Valente apresentaram maior variação entre as doses (6 pp) comparando-se o maior (92% na dose zero) e o menor resultado (86% na dose $64,5.100\text{kg}^{-1}$), enquanto que para as demais doses a variação foi de no máximo 4 pp. Por outro lado, em relação à cultivar Expedito, a variação foi de 4 pp, entre o maior e o menor valor.

Similarmente, ao verificado nos demais testes, o índice de velocidade de emergência não mostrou diferença significativa entre as doses, para as duas cultivares.

As tendências verificadas nos testes de vigor e de germinação das sementes não são discrepantes, verificando-se proximidade entre os valores de germinação e de emergência em campo, sugerindo que os tratamentos não interfeririam na qualidade das sementes de feijão, cultivares Expedito e Valente, e que as condições do campo foram favoráveis no período de condução do teste de emergência.

Embora tenham sido utilizadas doses crescentes de molibdênio de zero a $86\text{ g}.100\text{kg}^{-1}$, não foram observados efeitos prejudiciais à qualidade fisiológica das sementes de feijoeiro de ambas as cultivares.

De maneira similar, a avaliação do efeito de micronutrientes, dentre eles o Mo, aplicados por embebição em sementes de feijão sobre a qualidade fisiológica, Smiderle et al. (2008) não verificaram alterações significativas na qualidade fisiológica das sementes.

Entretanto, esses resultados diferem dos alcançados por Oliveira et al. (2010) que apontam o Mo como um dos micronutrientes que mais contribuiu para aumentar a germinação e o vigor em sementes de mamona, após a embebição das sementes em solução contendo Mo.

Os resultados da análise para os parâmetros comprimentos de parte aérea e de raiz e massa seca das partes aérea e raiz, sob doses crescentes de Mo, estão apresentados na Tabela 2. A análise de variância não apresentou efeito significativo das doses de molibdênio, para as quatro variáveis resposta e as duas cultivares.

TABELA 2 - Dados médios de comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR), em plântulas de feijão, cultivares Valente e Expedito, tratadas com diferentes doses de molibdênio.

Cultivar	Doses Mo (g.100Kg⁻¹)	CPA (cm)	CR (cm)	MSPA (mg)	MSR (mg)
Valente	0	14,2	10,0	54	17
	10	14,2	10,3	54	16
	20	15,0	10,4	59	17
	30	15,7	10,3	59	17
	40	13,8	10,7	54	16
Média		14,6	10,2	54	17
CV (%)		8,2	12,2	8,3	11,7
Expedito	0	12,5	11,8	54	17
	10	12,0	11,3	52	15
	20	13,1	12,4	52	17
	30	11,9	12,9	57	14
	40	11,5	10,8	53	15
Média		12,2	11,8	54	16
CV (%)		9,1	8,9	5,5	11,7

Os resultados de comprimento de parte aérea e de raiz e de massa seca da parte aérea e da raiz, permitem verificar que essas características também não foram influenciadas pela aplicação das diferentes doses de Mo.

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Marcondes e Caires (2005) que também não observaram diferenças significativas nos resultados obtidos com as variáveis altura de plantas e produção de matéria seca em soja, após a aplicação de Mo via sementes (zero e 48g.ha⁻¹). A aplicação de doses crescentes de Mo (0, 20, 40, 80, 120 e 160 g ha⁻¹), via foliar, também não influenciaram na produção de biomassa da parte aérea e de raízes de soja e feijão (GUARESCHI e

PERIN, 2009). Por outro lado, Oliveira et al. (2010) constataram em mamona que o Mo exerceu maior influência que os demais micronutrientes, sobre a produção de massa seca.

De um modo geral, os atributos avaliados, referentes à qualidade fisiológica de sementes, não apresentaram efeito significativo das diferentes doses aplicadas às sementes de feijão, cultivares Valente e Expedito.

Da mesma forma, a qualidade fisiológica manteve-se similar à testemunha, em sementes de trevo branco e trevo vermelho, submetidas ao tratamento com cobalto e molibdênio, por embebição em papel (ZIMMER et al., 2009).

Por outro lado, na avaliação do efeito de aminoácidos, micronutrientes (molibdênio e cobalto) e polímeros, em sementes de feijão sobre a qualidade fisiológica, Rigo et al. (2008) também verificaram que nenhum dos tratamentos prejudicou a qualidade fisiológica.

Ao estudar o efeito de doses crescentes de Mo (0, 175, 350, 525 e 700 mg kg⁻¹ de sementes) em soja, Carvalho et al. (2010a) verificaram que a qualidade fisiológica das sementes não foi prejudicada, sugerindo que o Mo é passível de aplicação via tratamento de sementes de soja.

De maneira geral, os dados obtidos para as sementes de feijão, cultivares Valente e Expedito, permitem afirmar que há possibilidade de aplicar molibdênio em feijão, via sementes, em doses de até 40 g.ha⁻¹, sem causar prejuízos à qualidade fisiológica. É importante destacar que para a cultura da soja, Lantmann. (2001) recomenda a aplicação de Mo via sementes de doses entre 12 e 25 g.ha⁻¹.

4.2- Teor de molibdênio nas plântulas

Na Figura 1 estão apresentadas as curvas de tendência, obtidos por análise de regressão polinomial para o teor de Mo na parte aérea de plântulas de feijoeiro.

De acordo com os dados obtidos observa-se que o teor de Mo dos 8 aos 14 dias após semeadura, apresentaram tendência linear em relação às doses de Mo utilizadas no tratamento de sementes.

As sementes da cultivar Valente apresentaram maior incremento na absorção do Mo com as doses aplicadas em comparação às da cultivar Expedito, em todas as

épocas avaliadas, constatado pela maior inclinação da reta (maior coeficiente angular).

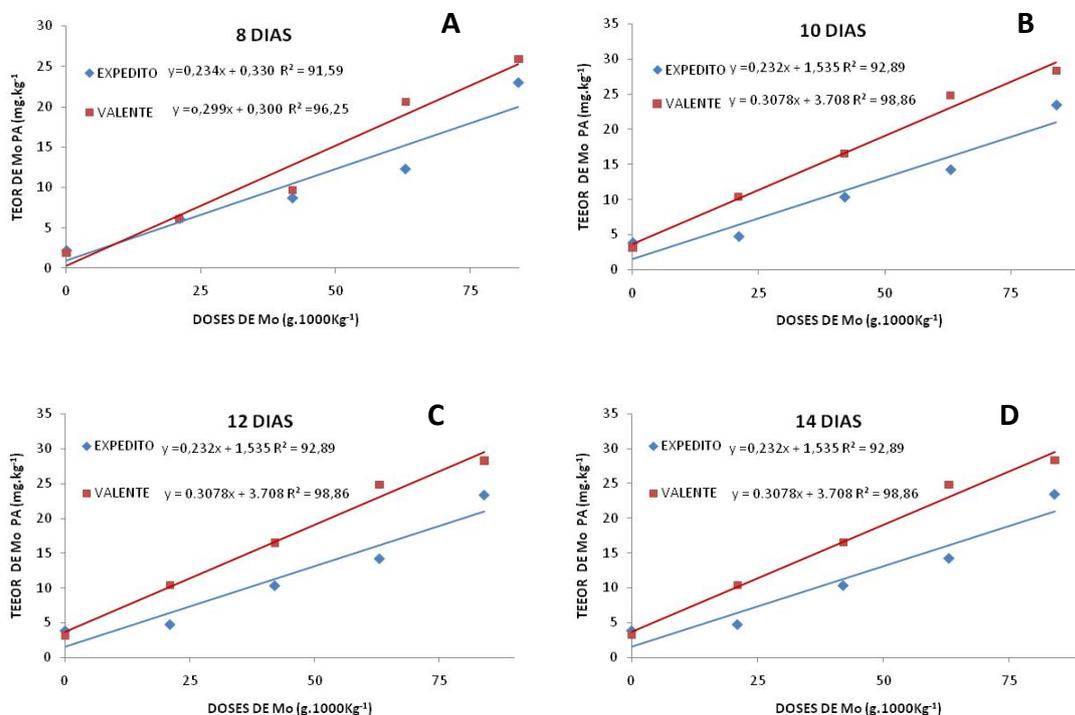


FIGURA 1 – Teor de molibdênio na parte aérea de plântulas de feijoeiro, em mg.kg^{-1} de matéria seca, em função de doses de molibdênio aplicado nas sementes de feijão, cultivares Expedito e Valente.

De acordo com os dados obtidos (Figura 1), o teor de Mo nas plântulas aumentou linearmente com as doses aplicadas.

Aos 8 e 10 dias, após semeadura (Figura 1A e 1B), observa-se que a diferença de teor de Mo nas plântulas entre as cultivares foi de $1,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ de massa seca, enquanto que nas épocas de 10 a 14 dias essa diferença aumentou para $2,8 \text{ mg.kg}^{-1}$, a cada incremento na dose de $21,5 \text{ g.100kg}^{-1}$ de sementes, indicando de maneira geral que as plântulas da cultivar Valente acumularam mais Mo do que as da cultivar Expedito. Vale lembrar que as sementes da cultivar Valente apresentaram de modo geral, qualidade fisiológica inferior às sementes da cultivar Expedito (Tabela 1), sugerindo que o teor de Mo sofre variação com a cultivar.

Resultados semelhantes foram encontrados por Carvalho et al. (2010b) ao avaliarem a absorção de Mo, via tratamento de sementes, na partes aérea e radicular de plântulas de soja, com aplicação de doses crescentes de Mo (0, 175, 350, 525 e 700 mg kg⁻¹) e verificarem que o teor de Mo em ambas as partes das plântulas aumentou com a elevação das doses . Da mesma forma, Rozane et al. (2008) também verificaram aumento no teor de zinco nas partes aérea e radicular, com o aumento das doses aplicadas em sementes de arroz. Pessoa et al. (2000) constataram que o teor de molibdênio nas folhas de feijoeiro, coletadas 50 dias após a semeadura, aumentou de 0,49 para 0,95 mg kg⁻¹, com a elevação das doses aplicadas via foliar.

Em soja foi verificado que a planta começa a absorver o Mo durante o período inicial de crescimento, aumenta sua concentração em toda extensão e reduz na fase de enchimento de grão (ISHIZUCA, 1982). Esse fato pode explicar o aumento de forma linear da concentração desse micronutriente nas condições do presente trabalho, pois as plântulas estavam na fase inicial de desenvolvimento.

Os resultados alcançados no presente trabalho são promissores, levando em conta a possibilidade de aplicação de molibdênio, no tratamento de sementes de feijão, em doses de até 86 g.100kg⁻¹ de sementes sem ocasionar efeitos deletéricos à qualidade fisiológica das sementes. Assim, o aumento do teor de Mo na plântulas pode ocasionar a correção de eventuais deficiências em solos carentes neste nutriente.

5- CONCLUSÕES

A aplicação de molibdênio via tratamento de sementes, em doses de até 86 g.100kg⁻¹ não causa prejuízos à qualidade fisiológica de sementes de feijão.

O teor de molibdênio nas plântulas de feijão cresce linearmente com o aumento da dose aplicada na semente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, G. A. A.; FONTES, L.A.N.; AMARAL, F.A.L. CONDÊ, A.R. Influência do molibdênio e do nitrogênio sobre duas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v.34, n.2, p.333-339, 1987.

ASCOLI, A A.; SORATTO, R. P.; MARUYAMA, W. I. Aplicação foliar de molibdênio, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro irrigado. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.377-384, 2008.

BAMBARA, S.; NDAKIDEMI, P. A. The potential roles of lime and molybdenum on the growth, nitrogen fixation and assimilation of metabolites in nodulated legume: A special reference to *Phaseolus vulgaris* L. **African Journal of Biotechnology**, v.8, n.17, p. 2482-2489, 2010.

BASSAN, D.A.Z.; ARF, O.; BUZETTI, S.; CARVALHO, M.A.C.; SANTOS, N.C.D.; DE SÁ, M.E. Inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio e molibdênio na cultura de feijão de inverno: produção e qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.23, p.76-83, 2001.

BAUDET, L; PESKE, S. T. A Logística do Tratamento de Sementes. **Revista Seed News**, Pelotas, v.10, n.1, Reportagem de capa, 2006.

BISCARO, G. A.; GOULART JUNIOR, S. A. R.; SORATTO, R. P.; FREITAS JÚNIOR, N. A.; MOTOMIYA, A. V. A.; CALADO FILHO, G. C. Molibdênio via semente e nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado em solo de cerrado. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1280-1287, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/CLAV, 395p, 2009.

BROCH, D.L., RANNO, S.K. Efeito do teor de molibdênio nas sementes e da aplicação de molibdênio via sementes sobre a produtividade da soja na safra 2004/05. Maracajú: Fundação MS, 2005. 10p. (Informativo Técnico 02/2005).

CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Avaliação de métodos de aplicação de produtos com micronutrientes na nodulação e no rendimento da soja. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA. MERCOSOJA, 2002. Resumos: 259.

CAMPO, R. J; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M.; Molybdenum-enriched soybean seeds enhance N accumulation, seed yield, and seed protein content in Brazil. **Field Crops Research**, v.110, n. 3, 2009. CAMPO, R.J., ALBINO, U.B., HUNGRIA, M. Métodos de aplicação de micronutrientes na nodulação e na fixação biológica do N₂ em soja. **EMBRAPA – CNPSo**, Londrina, n.19, p. 1-7, 1999.

CARVALHO, I. L.; BARBOSA, A. G.; MENEGHELLO, G.; VILLELA F. A. **Absorção de molibdênio em plântulas de soja aplicado via tratamento de sementes.** In: SEMINÁRIO DE SEMILLAS - TECNOLOGIA PARA INCREMENTAR EL DESARROLLO, 22,. 2010a. Asunción, Paraguai, **Anais...** Assuncion, 2010,V1. p. 157-157

CARVALHO, I. L.; MENEGHELLO, G.; DUARTE, V. B.; VILLELA F. A. **Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com molibdênio.** In: XXII Seminário de Semillas- Tecnologia para incrementar el desarrollo. Asunción, Paraguai, 2010b. **Anais...** Assuncion, 2010,V1. p. 166-166.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2010/2011 Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/fc9304890a88b451d5d992377687b0f9.pdf> />. Acesso em: 01 nov. 2010.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. Agência de Informação Feijão. Disponível em <http://www.cnpaf.embrapa.br> acesso em 11/2010.

FERREIRA, A. C. B; ARAÚJO, G. A. A.; CARDOSO, A. A.; FONTES, P. C. R.; VIEIRA, C. Características agronômicas do feijoeiro em função do molibdênio contido na semente e da sua aplicação via foliar. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v. 25, n. 1, p. 65-72, 2003.

FERREIRA, A. C.de B. **Nutrição e produtividade do feijoeiro em função do molibdênio contido na semente e da sua aplicação foliar.** Viçosa, 2001, 80f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa.

FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. **Micronutrientes na agricultura.** Piracicaba: Potafós/CNPq, 1991. 734 p.

GALLO, J.R.; MIYASAKA, S. Composição química do feijoeiro e absorção de elementos nutritivos do florescimento à maturação. **Bragantia**. Campinas, SP, v. 20, p. 867-884. 1961.

GUARESCHI, R. F.; PERIN, A. Efeito do molibdênio nas culturas da soja e do feijão via adubação foliar. **Global Science and Technology**, v. 2, n. 3, p. 08-15, 2009.

GUPTA, U.C. Effect of methods of application and residual effect of molybdenum on the molybdenum concentration and yield forages on Podzol soil. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.59, p.183-189, 1979.

GUPTA, U.C. Micronutrientes e Elementos Tóxicos em Plantas e Animais. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; RAIJ, B.van.; ABREU, C.A., **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura.** Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p.13-41.

ISHIZUCA, J.; Characteristics of molybdenum absorption and translocation in soybean plants. **Soil Science & Plant Nutrition**, v.28, n.1, p. 63-77, 1982.

JACOB NETO, J.; ROSSETO C. A. V.; Concentração de nutrientes nas sementes: o papel do molibdênio, **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 5, n. 1, p.171-183, 1998.

JACOB-NETO, J.; FRANCO, A.A. Adubação de molibdênio em feijoeiro. Seropédica: Embrapa-CNPAB, 1986. 4p. (Embrapa-CNPAB. Comunicado técnico, 1).

KAIZER B.N.; GRIDLER K.L, BRADY, J.N.; PHILLIPS, T.; TYERMAN S.D. The role of molybdenum in agricultural plant Production. **Annals of Botany**, Londres, v. 96, n.5 p. 745-754, 2005.

LANTMANN, A. F. Nutrição e produtividade da soja com molibdênio e cobalto. **Artigos Embrapa, Coletânea Rumos & Debates**, 2002. Disponível em <www.embrapa.org.br>. Acessado em: Novembro de 2010.

LANTMANN, A.F.; SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M.; OLIVEIRA, M.C.N. de. Resposta da soja a molibdênio em diferentes níveis de pH do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v.13, p.45-49, 1989.

LEITE, U.T.; ARAÚJO, G. A. A.; MIRANDA, G.V.; VIEIRA, R.F.; CARNEIRO, J.E.S.; PIRES, A.A. Rendimento de grãos e componentes de rendimento do feijoeiro em função da aplicação foliar de doses crescentes de molibdênio. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.29, p. 113-120, 2007.

LIMA, E. R. **Molibdênio e cálcio via semente no desenvolvimento, nodulação e produção de sementes de soja**. Ilha Solteira, SP, 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

MACHADO, A.A.; CONCEIÇÃO, A.R. **Sistema de análise de estatística para windows**. Winstat. Versão 2.0. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2003.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination – aid in selection aid evolution for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MALAVOLTA, E.. **Fertilizantes e seu impacto ambiental: micronutrientes e metais pesados, mitos, mistificação e fatos**. São Paulo, 1994, Produquímica, , 153 p.

MARCONDES, J. A. P.; CAIRES, E. F.; Aplicação de molibdênio e cobalto na semente para cultivo da soja. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.4, p.687-694, 2005.

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

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F.. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**, Editora UFV. Viçosa, 470p.

MARTINEZ E. L.; BARRACHINA, A. C.; CARBONELL, F. B.; POZO, M. A.; GRCIA, M. A.; BENEYTO, J. M. Molybdenum uptake, distribution and accumulation in bean plants. **Freseries Envirbull**, v. 5, p.73-78, 1996.

MORAES, L. M. F.; LANA, R. M. Q.; MENDES, C.; MENDES, E.; MONTEIRO, A.; ALVES, J. F.; Redistribuição de molibdênio aplicado via foliar em diferentes épocas na cultura da soja. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1496-1502, 2008.

OLIVEIRA, I. P.; ARAÚJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p.182-184.

OLIVEIRA, I.P.; THUNG, M.D.T. Nutrição mineral. In: ZIMMERMANN, M.J.O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Eds.). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Patafós, 1988, p. 275-279.

OLIVEIRA, R. H.; SOUZA, M. J. L.; MORAES, O. M.; GUIMARÃES, B. V. C.; PEREIRA JUNIOR, H. A. Potencial fisiológico de sementes de mamona tratadas com micronutrientes **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 4, p. 701-707, 2010.

PESSOA, A.C.S. **Atividades de nitrogenase e redutase do nitrato e produtividade do feijoeiro em resposta à adubação com molibdênio e fósforo**. Viçosa, MG. 1998. 151f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas),- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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 Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, p.217- 224, 2001.

PESSOA, A.C.S.; RIBEIRO, A.C.; CHAGAS, J.M.; CASSINI, S.T.A. Concentração foliar de molibdênio e exportação de nutrientes pelo feijoeiro “Ouro Negro” em resposta à adubação foliar com molibdênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.24, p.75-84, 2000.

RIGO, G. A. ; ROSA, M. P. da ; AVELAR, S. A. G. ; SCHUCH, L. O. B. ; BAUDET, L. ; LUDWIG, M. P. ; OLIVEIRA, S. ; CRIZEL, R. L. . **Qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro comum tratadas com micronutrientes e aminoácido e recobertas com polímero**. In: XVII Congresso de Iniciação Científica e X Encontro de Pós Graduação, 2008, Pelotas. p. 1-5.

ROZANE, D.E.; PRADO, R.M.; SIMÕES, R.R.; ROMUALDO, L.M. Resposta de plântulas de arroz cv. RS-Soberana à aplicação de zinco via semente. **Revista Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.3, p.847-854, 2008.

SANTOS, A.B.; VIEIRA, C.; LOURDES, E.G. *et al.* Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) ao molibdênio e ao cobalto em solos de Viçosa e Paula Candido, Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v.26, p. 92-101, 1979.

SANTOS, L. P.; VIEIRA, C.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C. S. Adubação nitrogenada na cultura da soja: Influência sobre a maturação, índice da colheita e peso médio das sementes. **Revista Ceres**, Viçosa, v.51, n.296, p. 429-444, 2004.

SMIDERLE, O. J.; MIGUEL, M. H.; CARVALHO, M. V.; CÍCERO, S. M. Tratamento de feijão com micronutrientes: Embebição e Qualidade Fisiológica. **Revista Agro@ambiente on-line**, Boa Vista, v.2, n.1, p.1982-8470, 2008.

STRALIOTO, R.; TEIXEIRA, M. G; MERCANTE, F. M. Cultivo do Feijoeiro Comum: Fixação Biológica de Nitrogênio. Versão eletrônica. Jan/2003. Disponível em: <http://WWW.cnpaf.embrapa.br>. Acessado em 10/2010.

TEDESCO, M. J., GIANELLO, C., BISSANI, C. A., BOHNEN, H., VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 114 p. (Boletim técnico, 5).

VIDOR, C.; PERES, J.R.R. **Nutrição de plantas com molibdênio e cobalto**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 17. 1986, Londrina. Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira. Anais, Londrina, EMBRAPA- CNPSo/ SBCS, 1988. p. 179-203.

VIEIRA, R.F.; CARDOSO, E.J.B.N.; VIEIRA C.; CASSINI S.T.A. Foliar application of molybdenum in common beans. I. Nitrogenase and reductase activities in a soil of high fertility. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.21, n.1 p.169–180, 1998.

ZIMMER, G. ; ZIMMER, M. ; CASTRO, E. S. ; FREITAS, D. A. C.; MENEGHELLO, G. E. Desempenho de sementes de trevo branco e trevo vermelho submetidos aos micronutrientes cobalto e molibdênio. In: XVIII Congresso de Iniciação Científica, 2009, Pelotas. **Anais ... Pelotas**, 2009. p. 635-635.