

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**DISSERTAÇÃO**

**Embebição e qualidade fisiológica de sementes de tremoço branco  
influenciadas pelo fornecimento de micronutrientes**

**Lílian Guimarães de Almeida**

**2013**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**EMBEBIÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE  
TREMOÇO BRANCO INFLUENCIADAS PELO FORNECIMENTO DE  
MICRONUTRIENTES**

**LÍLIAN GUIMARÃES DE ALMEIDA**

*Sob Orientação da Professora*  
**Claudia Antonia Vieira Rossetto**

Dissertação submetida como  
requisito parcial para obtenção do  
grau de Mestre em Ciências no  
Curso de Pós Graduação em  
Fitotecnia

Seropédica, RJ  
Julho de 2013

633.367

A447e Almeida, LÍlian Guimarães de, 1984-

T Embebição e qualidade fisiológica de sementes de tremoço branco influenciadas pelo fornecimento de micronutrientes / LÍlian Guimarães de Almeida. - 2013.

26 f.: il.

Orientador: Claudia Antonia Vieira Rossetto.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, 2013.

Bibliografia: f. 22-26.

1. Tremoço - Semente - Qualidade - Teses. 2. Tremoço - Semente - Nutrição - Teses. 3. Tremoço - Semente - Armazenamento - Teses. 4. Tremoço - Semente - Análise - Teses. 5. Germinação - Teses. I. Rossetto, Claudia Antonia Vieira, 1966-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**LÍLIAN GUIMARÃES DE ALMEIDA**

Dissertação submetida ao Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia.**

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 22/07/2013.

---

Claudia A. V. Rossetto (Dr<sup>a</sup>) Dept<sup>o</sup> Fitotecnia- UFRRJ  
(Orientadora)

---

Ednaldo da Silva Araujo (Dr) Embrapa Agrobiologia

---

Adelson Paulo de Araujo (Dr) Dept<sup>o</sup> Solos - UFRRJ

## AGRADECIMENTOS

A DEUS.

Aos meus pais, Reginaldo (*in memoriam*) e Maria Aparecida, pelo apoio, incentivo e compreensão.

À minha filha Ana Beatriz e meu marido Victor pela compreensão e constante apoio.

Aos meus familiares e amigos em geral, pelo incentivo nas minhas escolhas.

À professora Claudia, pela orientação, ensinamentos e dedicação, cooperando para realização do meu trabalho.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, especialmente ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade concedida para a realização do Curso de Mestrado.

A CAPES, pela concessão de bolsa de estudo para realização do Mestrado.

Aos amigos do Laboratório de Sementes, Ludmila, Camila, Luiz e Rafael, pela amizade e companheirismo.

Aos estagiários do laboratório de sementes, Suellen e Aldeane, pela colaboração.

Aos professores do Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, pelos ensinamentos.

Aos funcionários do Instituto de Agronomia.

Muito Obrigada!

## RESUMO

ALMEIDA, Lílian Guimarães. **Embebição e qualidade fisiológica de sementes de tremoço branco influenciadas pelo fornecimento de micronutrientes**. 2013. 26 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia. Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

O objetivo do trabalho foi avaliar a embebição e a qualidade fisiológica de sementes de tremoço branco após terem sido submetidas ao tratamento de pré-semeadura por imersão em soluções de micronutrientes. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial (3 lotes x 7 tratamentos), com quatro repetições, por período de avaliação (inicial e após quatro meses de armazenamento). Foram utilizados três lotes de sementes de tremoço branco e sete distintos tratamentos de pré-semeadura (sementes imersas ou não em água destilada e em solução contendo ácido bórico ( $H_3BO_3$ ), sulfato de zinco ( $ZnSO_4$ ), sulfato de manganês ( $MnSO_4$ ), sulfato de cobre ( $CuSO_4$ ) e ácido molíbdico ( $H_2MoO_4$ )). As sementes foram avaliadas quanto à embebição e, em seguida, submetidas aos testes de germinação e de vigor (primeira contagem e condutividade elétrica, comprimento e massa de plântulas) bem como à avaliação do teor de nutrientes. Pelos resultados pode-se concluir que houve diminuição da velocidade de absorção de água nas sementes do lote com menor qualidade fisiológica inicial, na presença de manganês e molibdênio. O tratamento de sementes via imersão em água destilada e em soluções de micronutrientes favoreceu a qualidade fisiológica das sementes dos três lotes de tremoço branco.

**Palavras-chave:** *Lupinus albus* L., germinação, vigor, condicionamento.

## ABSTRACT

ALMEIDA, LÍlian Guimarães. **Imbibition and white lupine seeds physiological quality as affected by micronutrients supply**. Seropédica: UFRRJ, 2013. 26p. Dissertation (Master Science in Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

The objective of this study was to evaluate the imbibition and white lupine seeds physiological quality as affected by the pre-sowing treatments using immersion on the solutions with distinct micronutrients. The experimental design was conducted in a completely randomized in factorial (3 lots x 7 treatments) with four replications, by period of evaluation (start and after four months of storage). There were used three white lupine seed lots and seven distinct pre-sowing treatments (soaked or not soaked seeds on distilled water and in solution of boric acid ( $H_3BO_3$ ), zinc sulphate ( $ZnSO_4$ ), manganese sulphate ( $MnSO_4$ ), copper sulphate ( $CuSO_4$ ), and molybdic acid ( $H_2MoO_4$ )). The seeds were evaluated to the imbibition and subsequently were submitted to the germination and vigor tests (first count of germination and electrical conductivity, dry weight and length of seedlings), as well the determinate of the seeds nutrients content. From the results it can be concluded that there was decreased speed of water absorption in the seed lot with lower physiological quality in the presence of manganese and molybdenum. Seed treatment by immersion in distilled water and in solutions of micronutrients favored physiological seed quality of three lots of white lupine.

**Key words:** *Lupinus albus* L., germination, vigor, priming.

## ÍNDICE DE TABELAS

- Tabela 1.** Dados médios de germinação (%), plântulas anormais deformadas (%), primeira contagem da germinação (%) e de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ), obtidos de três lotes de sementes de tremoço branco após imersão ou não em água destilada e em solução de ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), sulfato de zinco ( $\text{ZnSO}_4$ ), sulfato de manganês ( $\text{MnSO}_4$ ), sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) e ácido molíbdico ( $\text{H}_2\text{MoO}_4$ ). Avaliação inicial.....12
- Tabela 2.** Dados médios de comprimento de hipocótilo e de raiz (cm) bem como de massa seca de hipocótilo e de raiz (g/plântula), obtidos de três lotes de sementes de tremoço branco após imersão ou não em água destilada e em solução de ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), sulfato de zinco ( $\text{ZnSO}_4$ ), sulfato de manganês ( $\text{MnSO}_4$ ), sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) e ácido molíbdico ( $\text{H}_2\text{MoO}_4$ ). Avaliação inicial.....15
- Tabela 3.** Dados médios de concentração de micronutrientes (mg/kg), obtidos de três lotes de sementes de tremoço branco após imersão ou não em água destilada e em solução de ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), sulfato de zinco ( $\text{ZnSO}_4$ ), sulfato de manganês ( $\text{MnSO}_4$ ), sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) e ácido molíbdico ( $\text{H}_2\text{MoO}_4$ ).....16
- Tabela 4.** Dados médios de germinação (%), plântulas anormais deformadas (%), primeira contagem da germinação (%) e de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ), de sementes mortas por fungo (%) e de teor de água (%), obtidos de três lotes de sementes de tremoço branco após imersão ou não em água destilada e em solução de ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), sulfato de zinco ( $\text{ZnSO}_4$ ), sulfato de manganês ( $\text{MnSO}_4$ ), sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) e ácido molíbdico ( $\text{H}_2\text{MoO}_4$ ). Após armazenamento.....18
- Tabela 5.** Dados médios de comprimento de hipocótilo e de raiz (cm) bem como de massa seca de hipocótilo e de raiz (g/plântula), obtidos de três lotes de sementes de tremoço branco após imersão ou não em água destilada e em solução de ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), sulfato de zinco ( $\text{ZnSO}_4$ ), sulfato de manganês ( $\text{MnSO}_4$ ), sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) e ácido molíbdico ( $\text{H}_2\text{MoO}_4$ ). Após armazenamento.....20

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1.** Curva de embebição das sementes de tremoço branco, do Lote 1 (●), Lote 2 (○) e Lote 3 (▼) imersas em água destilada (A); em solução de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ) (B); em solução de sulfato de zinco ( $ZnSO_4$ ) (C); em solução de sulfato de manganês ( $MnSO_4$ ) (D); em solução de sulfato de cobre ( $CuSO_4$ ) (E); em solução de ácido molíbdico ( $H_2MoO_4$ ) (F).....11

## ÍNDICE DE QUADROS

- Quadro 1.** Resumo da análise de variância para os dados da curva de embebição, obtidos de três lotes de sementes de tremoço branco imersas em água destilada e em solução de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ), sulfato de cobre ( $CuSO_4$ ), sulfato de manganês ( $MnSO_4$ ), sulfato de zinco ( $ZnSO_4$ ) e ácido molíbdico ( $H_2MoO_4$ ).....10
- Quadro 2.** Resumo da análise de variância para os dados de germinação (G), de primeira contagem de germinação (PC), de condutividade elétrica (CE), de plântula anormal deformada (PAD), de comprimento de hipocótilo (CH), de comprimento de raiz (CR), de massa seca de hipocótilo (MSH) e de massa seca de raiz (MSR), obtidos de três lotes de sementes de tremoço branco após imersão ou não em água destilada e em solução contendo ou não micronutriente. Avaliação inicial.....13
- Quadro 3.** Resumo da análise de variância para os dados de concentração de micronutrientes, obtidos de três lotes de sementes de tremoço branco antes e após imersão em solução de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ), sulfato de zinco ( $ZnSO_4$ ), sulfato de manganês ( $MnSO_4$ ), sulfato de cobre ( $CuSO_4$ ) e ácido molíbdico ( $H_2MoO_4$ ).....15
- Quadro 4.** Resumo da análise de variância para os dados de germinação (G), de primeira contagem de germinação (PC), de condutividade elétrica (CE), de plântula anormal deformada (PAD) e de sementes mortas por fungo (SMF), obtidos de três lotes de sementes de tremoço branco após imersão ou não em água destilada e em solução contendo ou não micronutriente. Após armazenamento.....17
- Quadro 5.** Resumo da análise de variância para os dados de teor de água (TA), de comprimento de hipocótilo (CH), de comprimento de raiz (CR), de massa seca de hipocótilo (MSH) e de massa seca de raiz (MSR), obtidos de três lotes de sementes de tremoço branco após imersão ou não em água destilada e em solução contendo ou não micronutriente. Após armazenamento.....17

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1. Objetivo geral.....	3
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	4
2.1. A planta: <i>Lupinus</i> .....	4
2.2. Qualidade Fisiológica das sementes.....	4
2.3. Micronutrientes.....	5
2.4. Armazenamento das sementes.....	6
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	8
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	10
4.1. Avaliação imediatamente após imersão.....	10
4.2. Avaliação após armazenamento.....	17
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	21
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	22

## 1. INTRODUÇÃO

O tremçoço branco (*Lupinus albus* L.) é uma espécie da família *fabaceae* cultivada no inverno na região sudeste do Brasil principalmente como adubo verde (SCHERER, 1982). Além disto, as sementes podem ser destinadas ao consumo humano e animal (BEVILAQUA et al., 2008) e , por apresentarem em torno de 10% de óleo, podem ser usadas como matéria prima para produção de biodiesel. Em comparação a outras espécies da mesma família é pouco exigente quanto à fertilidade do solo e apresentam favorável adaptação a solos com alto teor de alumínio (SCHERER, 1982).

Para que se obtenham produtividades elevadas é importante que sementes de qualidade sejam semeadas, e para a produção dessas sementes as plantas devem ser adubadas corretamente (SANTOS et al., 2008). Porém esta adubação pode ser aplicada via solo, via aplicação foliar ou via tratamento de sementes (FAROOQ et al., 2012).

De acordo com Ribeiro e Santos (1996), o tratamento de sementes com micronutrientes se baseia na translocação do micronutriente da semente para a planta. Assim, a reserva de micronutriente da semente é fundamental para a nutrição da planta. Ainda segundo esses autores, o tratamento de sementes tem por finalidade elevar o conteúdo de micronutrientes na semente, entretanto sua eficácia se refere aos efeitos causados na germinação e no vigor das sementes e no comportamento das culturas. Estudos com objetivo de elevar o conteúdo de nutrientes nas sementes, através de aplicação direta (peletização) ou também de imersão destas em soluções com micronutrientes, estão sendo realizados com sucesso (OLIVEIRA et al., 2010).

O tratamento de sementes através da imersão das sementes em soluções com micronutrientes vem recebendo o nome também de nutricaocondicionamento e é alternativa simples e interessante, pois tem demonstrado que favorece o estabelecimento das plântulas, assim como o rendimento das sementes (FAROOQ et al., 2012).

Avaliando o efeito do nutricaocondicionamento de sementes de grão de bico, através dos tratamentos de imersão em soluções de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ) em baixa, média e alta concentração (0,0016M, 0,008M, 0,04M respectivamente), sulfato de zinco ( $ZnSO_4$ ) em baixa, média e alta concentração (0,0008M, 0,004M e 0,02M respectivamente), molibdato de sódio ( $Na_2MoO_4$ ) em baixa, média e alta concentração (0,0016M, 0,008M e 0,04M respectivamente), foi observado aumento da porcentagem de germinação das sementes para 96 e 98% quando imersas em baixa e média concentração de molibdênio respectivamente; aumento da germinação para 100% e 98% quando imersas em baixa e média concentração de boro, respectivamente e, aumento para 97 e 95% quando imersas em baixa e média concentração de zinco. Além disto, avaliando a concentração dos micronutrientes através do nutricaocondicionamento das sementes de grão de bico por 8 horas nas concentrações de 0,04M de  $ZnSO_4$ , 0,008M de  $H_3BO_3$ , 0,0026M de  $Na_2MoO_4$  foi observado que as sementes condicionadas promoveram aumento no teor de boro para 100  $mg.kg^{-1}$  comparada as sementes não nutricaocondicionadas (9  $mg.kg^{-1}$ ), aumento no teor de zinco para 700  $mg.kg^{-1}$  em relação as sementes não nutricaocondicionadas (40 $mg.kg^{-1}$ ) e aumento no teor de molibdênio para 300  $mg.kg^{-1}$  em relação as sementes não nutricaocondicionadas (3  $mg.kg^{-1}$ ). Já, o nutricaocondicionamento das sementes de grão de bico por 12 horas em solução de  $ZnSO_4$  a 0,002M e em solução de  $H_3BO_3$  a 0,004M, promoveu aumento no teor de zinco para 500  $mg.kg^{-1}$  em relação a testemunha (40 $mg.kg^{-1}$ ) (JONHSON et al., 2005).

Avaliando sementes de lentilha, através do nutricondicionamento das sementes em soluções de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ) em baixa, média e alta concentração (0,0016M, 0,008M, 0,04M respectivamente), sulfato de zinco ( $ZnSO_4$ ) em baixa, média e alta concentração (0,0008M, 0,004M e 0,02M respectivamente), molibdato de sódio ( $Na_2MoO_4$ ) em baixa, média e alta concentração (0,0016M, 0,008M e 0,04M respectivamente), não foi observado aos 5 dias após a instalação do teste de germinação efeito favorável na porcentagem de germinação. Porém, após 12 horas de nutricondicionamento empregando as concentrações de 0,04M de  $ZnSO_4$ , 0,008M de  $H_3BO_3$ , 0,0026M de  $Na_2MoO_4$  foi verificado aumento no teor de boro para  $100\text{ mg.kg}^{-1}$  em relação as sementes não nutricondicionadas ( $6\text{ mg.kg}^{-1}$ ), aumento no teor de zinco para  $630\text{ mg.kg}^{-1}$  em relação as sementes não nutricondicionadas ( $50\text{ mg.kg}^{-1}$ ) (JONHSON et al., 2005).

Para sementes de caupi imersas em soluções de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ) em baixa, média e alta concentração (0,0016M, 0,008M, 0,04M respectivamente), sulfato de zinco ( $ZnSO_4$ ) em baixa, média e alta concentração (0,0008M, 0,004M e 0,02M respectivamente), molibdato de sódio ( $Na_2MoO_4$ ) em baixa, média e alta concentração (0,0016M, 0,008M e 0,04M respectivamente) foi constatado que as sementes nutricondicionadas em baixa e média concentração de boro e de zinco apresentaram germinação de 90 e 93% (boro) e 90 e 97% (zinco). As sementes de caupi que não receberam nutricondicionamento apresentaram valores de germinação de 18% (JONHSON et al., 2005).

Arif et al. (2007) avaliando o efeito do nutricondicionamento em sementes de grão de bico, variedade Karak-1 através da imersão das sementes em soluções de sulfato de zinco ( $ZnSO_4$ ) por 12 horas nas concentrações 0,05% e 0,075 % de Zn, observaram que as sementes nutricondicionadas na concentração de 0,05% de Zn favoreceu a emergência das plantas. As sementes que não foram imersas (controle) foram as que apresentaram a menor emergência de plantas por  $m^2$ .

Nos solos de Bangladesh e Índia, Johansen et al. (2006), através do tratamento de imersão das sementes de grão de bico em solução de  $0,5\text{ g L}^{-1}$  de molibdato de sódio por 8 horas e em solução de molibdênio + Rhizobium (Inóculo de Rhizobium em  $4\text{ g L}^{-1}$  da solução) observaram que o nutricondicionamento com molibdênio favoreceu o rendimento das sementes de grão de bico. Também foi verificado em ensaios no leste da Índia que a aplicação de molibdênio através do nutricondicionamento aumentou o rendimento das sementes de grão de bico de 17 a 22%, favorecendo também o aumento do teor do nutriente das sementes produzidas. De acordo com os autores, a técnica de nutricondicionamento pode ser benéfica à alimentação humana por melhorar a ingestão do micronutriente.

Sherrell (1984), avaliando o efeito da concentração de molibdênio sobre cultivares de trevo branco (*Trifolium repens* L.), trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) e luzerna (*Medicago sativa* L.), através da imersão das sementes em 20 mL de solução de molibdato de sódio nas concentrações 0%; 0,001%; 0,01%; 0,05%; 0,1% e 1% por 18 horas observaram que o fornecimento de molibdênio via imersão das sementes na concentração de 0,1% e 1% para cultivar trevo branco proporcionou maiores rendimentos das sementes. Já, para as cultivares de trevo vermelho e luzerna, o maior rendimento das sementes foi observado com a imersão na concentração de 1% de molibdato de sódio.

Mohandas (1985), estudando o efeito do tratamento de pré-semeadura de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Burpees Stringless) através da imersão das sementes em solução de molibdato de sódio à 1ppm observou que este tratamento promoveu aumento na matéria seca da planta e no rendimento das sementes.

Harris et al. (2005), na região de solos alcalinos da Província da Fronteira Noroeste do Paquistão, empregaram a técnica do condicionamento das sementes de grão de bico através da imersão em solução de sulfato de zinco ( $ZnSO_4$ ) a 0,05% por 6 horas e, observaram que o nutricaocondicionamento das sementes favoreceu o aumento da concentração do nutriente de 49 para 789mg/Kg, assim como aumentou o rendimento das sementes de grão de bico em torno de 48% em comparação com as sementes não tratadas. Já, Khanal et al. (2005) utilizando molibdato de sódio para o condicionamento de sementes de grão de bico e de feijão verde na região do Nepal, observaram aumento da nodulação e do rendimento das sementes.

## **1.1 Objetivo geral**

Avaliar a absorção de água e a qualidade fisiológica de sementes de tremoço branco sob influência do tratamento de pré-semeadura por imersão com distintas soluções de micronutrientes, imediatamente após a aplicação e aos quatro meses de armazenamento.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A planta: *Lupinus*

O *Lupinus* possui mais de 400 espécies conhecidas, entretanto as espécies de tremoço mais cultivadas são *Lupinus albus* L. (tremoço branco), *Lupinus angustifolius* L. (tremoço azul), *Lupinus luteus* L. (tremoço amarelo) e *Lupinus mutabilis* L. (tremoço pérola).

O tremoço branco (*Lupinus albus* L.), pertencente à família *Fabaceae*, pode ser utilizado, dentre outros, para consumo humano e animal devido principalmente ao alto teor de proteínas e de óleo em suas sementes (HUYGHE, 1997). O maior número de espécies encontradas é ao longo do oeste da América do Norte, desde o Alasca até o México. No sul é encontrado desde a região dos Andes, próximo ao Peru até o Brasil, Uruguai e Argentina (GLADSTONES, 1998).

Desenvolve-se sob temperatura entre 15 e 25°C (WUTKE, 1993). São plantas herbáceas, anuais de porte ereto e com sistema radicular profundo e sua raiz pivotante, podendo atingir 2,0 m de profundidade e melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo (CALEGARI et al., 1992). De acordo com Botaro (2010), as folhas são compostas geralmente com sete folíolos na mesma altura do pecíolo (digitadas), alongadas e de cor verde. As flores são brancas, formadas de inflorescência (cacho), ereta e vistosa. Os frutos são do tipo vagens com pelos e contem sementes brancas e achatadas em seu interior. O padrão de comercialização de sementes de tremoço (*Lupinus* spp) é de 80% (BRASIL, 2009).

O cultivo de *Lupinus albus* de iniciou há mais de 2000 anos (CALEGARI et al., 1992). No Brasil o *Lupinus albus* melhor se adapta as condições de clima e temperatura da região sul brasileira (BENASSI e ABRAHÃO, 1991), entretanto, pode ser cultivado em todo o Brasil. Esta cultura apresenta em suas sementes, proteína, fibra dietética, óleo e carboidratos, podendo ser usada como fonte de proteína em muitos alimentos (ERBAS et al., 2005). Entretanto, de acordo com Molina (2010) no Brasil o tremoço (*Lupinus albus*) quase não é consumido como alimento.

### 2.2. Qualidade Fisiológica das sementes

Para obtenção de elevada produtividade de sementes é importante dar ênfase a qualidade fisiológica das que serão usadas na semeadura. A qualidade fisiológica de sementes é determinada pela germinação e vigor (RODO, 2002) e pode ser determinada pela interação dos fatores genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários (AMBROSANO, 1999).

De acordo com Muntean (1978) os fatores relacionados à germinação do tremoço (*Lupinus albus* L.) não são muito conhecidos. Esse autor estudando as contribuições para o estudo de germinação em sementes de tremoço branco verificou ritmo constante de absorção de água e germinação para sementes de tremoço de diferentes tamanhos (6-7; 7-8; 8-9 e 9mm). Nas primeiras horas após a instalação do teste de germinação foi constatado que a taxa de absorção e de germinação foi maior para sementes pequenas em relação as grandes, entretanto no 4º e 5º dias após a instalação do teste as taxas de absorção e germinação para os tamanhos de sementes foram iguais. Ao 5º dia após instalação do teste de germinação, foi encontrado diferenças entre a massa do embrião, para os tamanhos de sementes. Verificou também que a taxa de absorção de água no hilo é mais intensa que no resto da superfície da semente, promovendo maior taxa mais rápida de germinação. Este

mesmo autor verificando o efeito da luz sobre a germinação de sementes de trevoço branco não constatou diferenças entre as sementes germinadas com luz ou ausência de luz. Já em estudo da germinação sob diferentes temperaturas (3°C, 6°C, 9°C, 12°C, 15°C, 21°C, 24°C, 27°C, 33°C e 39°C) foi observado que a temperatura ideal para germinação das sementes foi de 24°C, pois aos 2 dias após a instalação do teste os valores de germinação estavam em torno de 68% e aos 4 dias já se encontravam em torno de 98,6%. Foi observado que a temperatura de 3°C, atrasou a germinação das sementes e ocasionou podridão das que germinaram e que a temperatura de 39°C reduziu o número de sementes germinadas.

A qualidade fisiológica da semente depende, dentre outros, da disponibilidade de macro e micronutrientes às plantas progenitoras (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). No entanto, os micronutrientes, exigidos em menor quantidade (OLIVEIRA et al., 2010), exercem papel diferenciado nas plantas e agem como co-fatores nos sistemas de enzimas e estão envolvidos em reações redox (FAROOQ et al., 2012).

### **2.3. Micronutrientes**

Os micronutrientes de planta como B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni e Zn são exigidos em baixas concentrações em relação aos macronutrientes para promover crescimento e reprodução das plantas, entretanto mesmo em baixas concentrações apresentam grande importância para a nutrição das plantas (KIRKYB e ROMHELD, 2007). Estes participam dos processos fisiológicos de fotossíntese e respiração (MENGEL et al., 2001). Segundo Farooq et al. (2012) a deficiência de algum desses micronutrientes no solo ou o desequilíbrio entre micronutrientes pode prejudicar o crescimento das plantas. Ainda segundo Abdalla et al. (2008), a deficiência ou excesso desses micronutrientes prejudicam a organização dos processos metabólicos de crescimento, fotossíntese e respiração. O zinco e o boro são os micronutrientes mais deficientes nos solos brasileiros (RIBEIRO et al., 1994).

As funções do boro estão relacionadas ao metabolismo do carboidrato, ao transporte de açúcares, à síntese de RNA, DNA e de fitohormônios, à formação de paredes celulares, à divisão celular e ao desenvolvimento dos tecidos (BORKET, 1989), bem como à resistência a invasão de patógenos durante a germinação (MARSCHNER, 1995).

O zinco atua como cátion divalente em metaloenzimas, em algumas das quais liga as enzimas a seus substratos correspondentes, enquanto em outras o Zn forma complexos tetraédricos com N e O e, particularmente, ligantes de S com uma variedade de compostos orgânicos (KIRKYB e ROMHELD, 2007). A deficiência desse micronutriente afeta o crescimento e desenvolvimento das plantas podendo ter relação com as funções desse micronutriente em reações ou em algumas vias metabólicas. Essas mudanças induzidas no metabolismo incluem efeitos sobre os carboidratos, as proteínas, as auxinas e o comprometimento da integridade das membranas (KIRKYB e ROMHELD, 2007).

O manganês está associado à formação de lignina presente na membrana da parede celular e conseqüentemente pode influenciar a capacidade e a velocidade de absorção de água, através da impermeabilidade do tegumento e assim alterar a quantidade de lixiviados liberados para o meio durante a fase de embebição no processo de germinação (TEIXEIRA et al., 2005).

O cobre atua como ativador enzimático necessário ao metabolismo de carboidratos e de proteínas e na formação da parede celular (MARSCHNER, 1995).

O molibdênio atua na reorganização das membranas celulares das sementes, evitando assim as perdas de lixiviados durante a embebição das sementes (MEIRELES et

al., 2003). Além disto, o molibdênio tem função na atividade enzimática, de biossíntese, de transformação de energia e de regulação hormonal exercidas na formação, desenvolvimento e maturação das sementes (MARSCHNER, 1995).

Dentre as formas de fornecimento de micronutrientes às sementes vem sendo realizado via aplicação foliar ou via tratamento pré-semeadura (FAROOQ et al., 2012) e baseiam-se na translocação do micronutriente da semente para a planta durante o processo germinativo e desenvolvimento das sementes, de forma a suprir parcialmente e, ou, totalmente as necessidades da planta (RIBEIRO e SANTOS, 1996). Assim, quando é realizado na pré-semeadura, este é feito através da imersão das sementes em solução com concentração preestabelecida de específico nutriente por determinado período de duração, bem como pelo procedimento de peletização que consiste na adição de materiais inertes para alterar a forma e tamanho da semente para precisão de semeadura (FAROOQ et al., 2012) e pela adição diretamente à semente no momento da semeadura (ÁVILA et al., 2006).

Para Farooq et al. (2009) este tratamento de imersão é denominado condicionamento com nutrientes ou nutricondicionamento, pois além do fornecimento de nutrientes às sementes, ocorre o controle da velocidade de embebição e a inicialização do processo metabólico sem a ocorrência da germinação, como proposto por Heydecker et al. (1975).

Como efeito deste tratamento, tem-se verificado diminuição do período de embebição (TAYLOR et al., 1998) e de lixiviados metabólicos (BASRA et al., 2005) e também maior sincronização da germinação (FAROOQ et al., 2009). Em outras espécies, tais como mamona, Oliveira et al. (2010) verificaram que a imersão em solução de ácido molibdic e sulfato de ferro favoreceu a germinação e o vigor. E, em sementes de caupi e grão de bico, Jonhson et al. (2005) constataram aumento da germinação e vigor após imersão em soluções de molibdato de sódio, ácido bórico e sulfato de zinco. Jacob-neto e Rossetto (1998) ressaltam a contribuição da reserva da semente para sua conservação e para o estabelecimento das plantas.

Para o fornecimento de micronutrientes às sementes, são utilizadas algumas fontes, dentre elas a forma Óxido e a forma Sulfato. Os óxidos caracterizam-se por serem insolúveis em água, sendo assim aplicados na forma de pó, aumentando a superfície específica de contato com o solo. Já, os sulfatos caracterizam-se por apresentarem solubilidade em água, indicados quando se requer um rápido efeito (ABDALLA et al., 2008).

Grande parte dos trabalhos realizados com molibdênio, boro, cobre, manganês e zinco aplicados as sementes através de fontes solúveis se têm obtido resultados satisfatórios, entretanto, alguns trabalhos com tratamento de sementes utilizando fontes menos solúveis ou insolúveis apresentaram resultados positivos (LOPES, 1999). Segundo Oliveira et al. (2010) pequena atenção tem sido relacionada a qualidade fisiológica das sementes. Este mesmo autor resalta a importância de trabalhos de tratamento de sementes com micronutrientes. Ainda segundo esses autores a qualidade fisiológica das sementes está relacionada com a forma de aplicação e as fontes utilizadas.

#### **2.4. Armazenamento das sementes**

A longevidade das sementes está relacionada, dentre outros, com o genótipo das mesmas, entretanto a sua manutenção varia em função do grau de umidade, assim como das características ambientais durante o armazenamento. O grau de umidade das sementes

está diretamente relacionado à deterioração, com isso, durante o armazenamento é necessário minimizar a atividade metabólica das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

Para maioria das espécies, a conservação da viabilidade nas sementes se dá quanto menor o teor de água; pela temperatura do ar; pela ação de microorganismos durante o armazenamento, acelerando a taxa de deterioração das sementes; pela incidência de insetos causando perdas de peso, perdas da pureza física e da qualidade fisiológica e pelo tipo de embalagem (CARVALHO E NAKAGAWA, 2000).

Alem disto, para Carvalho e Nakagawa (2000), a qualidade fisiológica das sementes é influenciada pelo vigor das plantas ascendentes, podendo ser considerado o fator nutricional e o sanitário destas plantas, bem como as condições climáticas durante o acúmulo de matéria seca até a maturação das sementes podem interferir na qualidade fisiológica das sementes.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no município de Seropédica/ RJ no período de agosto de 2012 a julho de 2013. Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial (3 lotes x 7 tratamentos de pré-semeadura), com quatro repetições, por período de avaliação (avaliação inicial e após quatro meses de armazenamento).

Para isto, foram utilizados três lotes de sementes de tremoço branco (*Lupinus albus* L.), da cultivar Comum, da safra 2011, que foram cedidas pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) e que permaneceram armazenadas por um mês a 17 °C e 46% de umidade relativa do ar, antes do início dos testes. Estes lotes apresentavam em média 10% de água, peso de mil sementes de 316 g e mais de 80% das sementes retidas na peneira de crivo circular com diâmetro entre 22/64” a 19/64”. Os tratamentos de pré-semeadura foram representados por sementes imersas e não imersas em água destilada e em solução de 0,02 mol L<sup>-1</sup> de ácido bórico (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>), de 0,002 mol L<sup>-1</sup> de sulfato de zinco (ZnSO<sub>4</sub>), de 0,0005 mol L<sup>-1</sup> de sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>), de 0,002 mol L<sup>-1</sup> de sulfato de manganês (MnSO<sub>4</sub>) e de 0,0005 mol L<sup>-1</sup> de ácido molíbdico (H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>), com base em Oliveira et al. (2010). Além disto, foi determinado o potencial osmótico de cada solução através da equação de Van't Hoff (COMETTI et al., 2006).

Para avaliação da embebição, uma amostra de 400 sementes (125 g) por lote e por tratamento, previamente tratadas com 2 g kg<sup>-1</sup> de Orthocide (p.a. captam), foram imersas em 600 mL de água destilada ou em distintas soluções conforme o tratamento e, mantidas a 20°C. Após 2, 4, 6, 8 e 12 horas de imersão, estas foram submetidas à secagem superficial e a pesagem, sendo os resultados expressos em porcentagem de água (ROSSETTO e MARCOS FILHO, 1995).

Para avaliação do grau de umidade e da qualidade fisiológica, uma amostra de 400 sementes por lote e por tratamento, previamente tratadas com fungicida, foram ou não imersas em água destilada e em distintas soluções conforme o tratamento, por duas horas sob sistema aerado com bomba do tipo aquário. Após a imersão, as sementes foram secas a 30 °C por 12 horas.

Para avaliação inicial e após quatro meses de armazenamento as sementes dos três lotes foram submetidas aos seguintes procedimentos:

Para o teste de grau de umidade, quatro subamostras de 50 sementes foram moídas e posteriormente mantidas a 130°C ± 3 °C por uma hora (BRASIL, 2009). Para o teste de germinação, quatro subamostras de 50 sementes, previamente submetidas à superação de dormência por sete dias a 5 °C, foram distribuídas em folhas de papel tipo germitest e mantidas a 20 °C, na ausência de luz. As avaliações foram realizadas aos 5 e 10 dias após a instalação (BRASIL, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem. Em conjunto com o teste de germinação, foi considerada a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem (NAKAGAWA et al., 1999). Para o teste de comprimento de plântulas, quatro subamostras de 10 sementes foram distribuídas em folhas de papel germitest e mantidas a 20 °C, em ausência de luz. As avaliações foram realizadas aos cinco dias após a instalação, sendo que as plântulas normais, previamente avaliadas quanto ao comprimento, tiveram seus cotilédones separados do hipocótilo e foram submetidas a 65 °C para avaliação da massa seca (NAKAGAWA, 1999), sendo os resultados expressos, respectivamente, em cm/plântula e em g/plântula. Para o teste de condutividade elétrica, quatro subamostras de 50 sementes, previamente pesadas, foram imersas em 75 mL de

água destilada e mantidas durante 24 horas a 20 °C (SANTOS et al., 2004) e avaliadas em condutivímetro, sendo os resultados expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ .

Para avaliação da concentração de nutrientes, as sementes antes e após imersão foram moídas, obtendo-se um pó fino e submetidas à digestão nitro-perclórica. O extrato obtido foi utilizado para a determinação das concentrações de zinco, manganês e cobre em espectrofotômetro de absorção atômica (MALAVOLTA et al., 1997) e as concentrações de boro foram determinadas por meio de colorimetria (MALAVOLTA et al., 1997), no centro de análises do departamento de solos do campus Leonel Miranda da UFRRJ. A determinação da concentração de molibdênio foi determinada por meio de espectrometria de emissão por plasma ICP-OES (ABREU, 1997), no laboratório de análise de solo e planta do Instituto Agronômico de Campinas.

Para avaliação da normalidade e homogeneidade dos dados obtidos nos experimentos, foram realizados os testes de Lilliefors e de Cochran e Bartlett. Os dados de germinação, primeira contagem de germinação, plântulas anormais deformadas, condutividade elétrica, massa seca de hipocótilo e massa seca de raiz não atenderam aos pressupostos de normalidade de distribuição e homogeneidade das variâncias dos erros, sendo então transformados em Raiz (x+1) na avaliação inicial e após quatro meses de armazenamento. Em seguida os dados foram submetidos à análise de variância e, as médias, comparadas pelo teste Tukey a 5%. Também foi realizada a análise de regressão, sendo a escolha da equação realizada com base na expectativa biológica e no coeficiente de regressão (PIMENTEL- GOMES & GARCIA, 2002).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Avaliação imediatamente após imersão

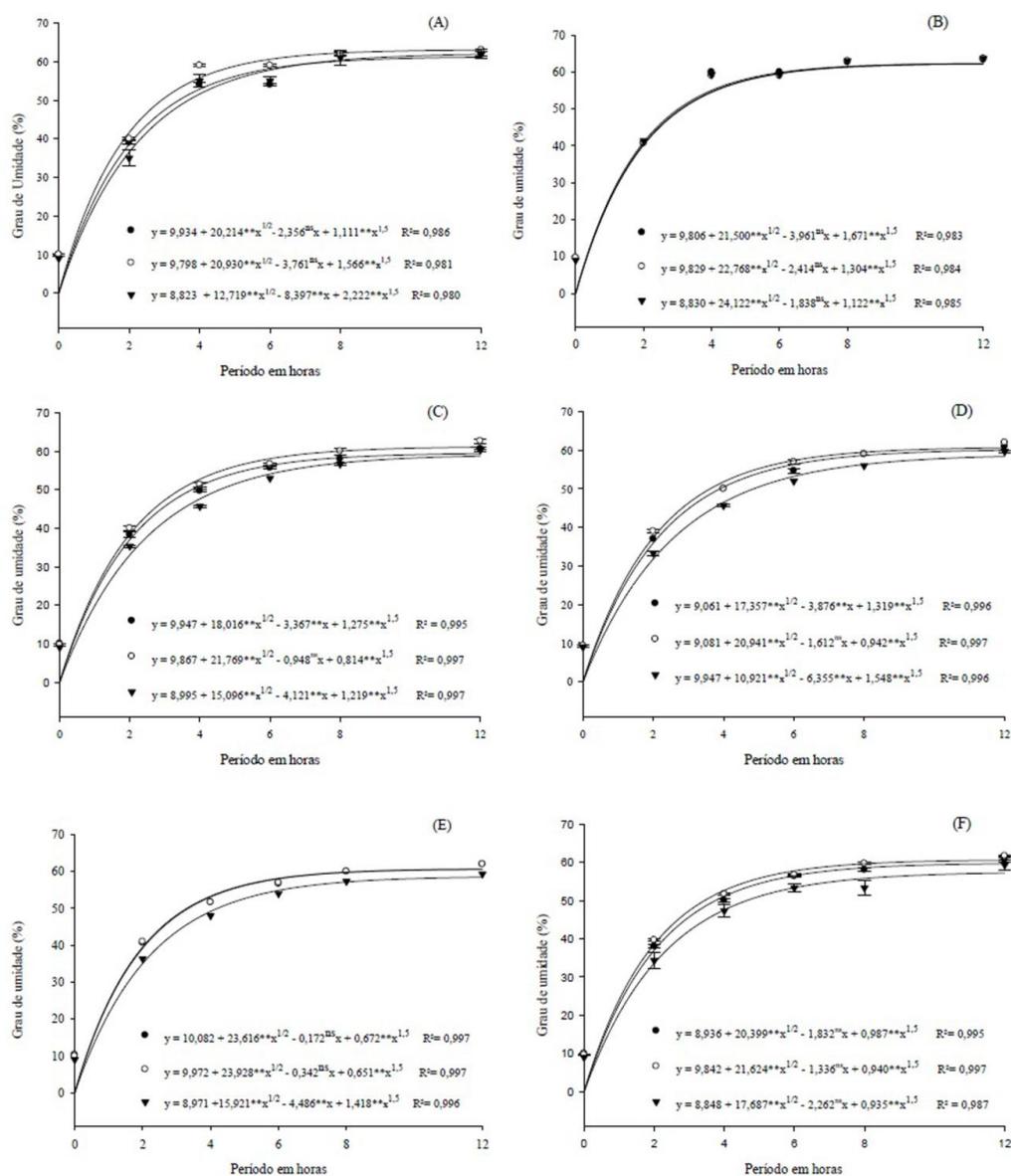
Houve efeito significativo da interação entre lotes e períodos de imersão em distintas soluções (Quadro 1), exceto as contendo ácido bórico e sulfato de cobre para a porcentagem de água das sementes de tremoço branco (Figura 1).

**Quadro 1.** Resumo da análise de variância para os dados da curva de embebição, obtidos de três lotes de sementes de tremoço branco imersas em água destilada e em solução de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ), sulfato de cobre ( $CuSO_4$ ), sulfato de manganês ( $MnSO_4$ ), sulfato de zinco ( $ZnSO_4$ ) e ácido molíbdico ( $H_2MoO_4$ ).

FV	GL	Quadrados Médios					
		H <sub>2</sub> O	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	ZnSO <sub>4</sub>	MnSO <sub>4</sub>	CuSO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>
Lote (L)	2	35,796*	0,500 <sup>ns</sup>	56,068*	49,551*	55,036*	72,475*
Período de embebição (P)	5	3749,762*	4023,200*	3351,399*	3366,787*	3386,189*	3332,964*
L X P	10	6,129*	0,700 <sup>ns</sup>	3,085*	5,257*	1,634 <sup>ns</sup>	3,764*
Erro	36	1,074	1,000	1,090	1,012	1,084	1,081
Total	53						
C.V.(%)		2,19	2,03	2,31	2,25	2,27	2,32

\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; <sup>ns</sup>- não significativo.

Assim, as sementes do lote 2 apresentaram os maiores conteúdos de água após 8 e 12 horas em solução de sulfato de zinco e ácido molíbdico, após 12 horas em solução de sulfato de manganês e 6 horas em água destilada (Figura 1).



**Figura 1.** marcha de absorção de água das sementes de tremoço branco, do Lote 1 (●), Lote 2 (○) e Lote 3 (▼) imersas em água destilada (A); em solução de ácido bórico ( $H_3B_0_3$ ) (B); em solução de sulfato de zinco ( $ZnSO_4$ ) (C); em solução de sulfato de manganês ( $MnSO_4$ ) (D); em solução de sulfato de cobre ( $CuSO_4$ ) (E); em solução de ácido molíbdico ( $H_2MoO_4$ ) (F).

Estes resultados estão provavelmente relacionados ao menor potencial fisiológico destas sementes (Tabela 1), pois sementes em estado mais avançado de deterioração apresentam embebição inicial mais rápida, no entanto com o decorrer do processo as sementes com potencial fisiológico superior exigem maiores quantidades de água para a continuidade do metabolismo (MARCOS FILHO, 2005). Além disto, estes resultados também podem estar associados ao potencial osmótico da solução, uma vez que o valor da água destilada foi de 0,0003 MPa e da solução de ácido bórico foi de - 0,048 MPa, bem como da solução de ácido molíbdico foi de -0,0012 MPa e de sulfato de zinco e de manganês foi de -0,0048 MPa.

**Tabela 1.** Dados médios de germinação (%), plântulas anormais deformadas (%), primeira contagem da germinação (%) e de condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ), obtidos de três lotes de sementes de treçoço branco após imersão ou não em água destilada e em solução de ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), sulfato de zinco ( $\text{ZnSO}_4$ ), sulfato de manganês ( $\text{MnSO}_4$ ), sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) e ácido molíbdico ( $\text{H}_2\text{MoO}_4$ ). Avaliação inicial.

Tratamentos	Lotes				Lotes			
	1	2	3	Médias	1	2	3	Médias
	Germinação (%)				Plântulas anormais deformadas (%)			
Sem imersão	90 <sup>1</sup>	87	88	88b	9	14	12	12a
Água	95	89	94	93ab	5	10	6	7ab
$\text{H}_3\text{BO}_3$	95	90	95	93ab	6	9	6	7b
$\text{ZnSO}_4$	93	93	93	93ab	7	7	7	7ab
$\text{MnSO}_4$	95	97	95	95a	5	4	5	5b
$\text{CuSO}_4$	95	92	91	93ab	5	9	9	7ab
$\text{H}_2\text{MoO}_4$	95	91	95	94a	5	9	5	6b
Médias	94A	91B	93AB		6B	9A	7AB	
C.V.(%)	1,98				24,47			
	Primeira contagem da germinação (%)				Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ )			
Sem imersão	86	81	82	83b	49,7	55,3	57,5	54,2a
Água	94	84	92	90a	20,4	23,6	28,6	24,2b
$\text{H}_3\text{BO}_3$	91	85	92	89a	22,5	25,0	28,5	25,3b
$\text{ZnSO}_4$	90	88	90	89a	22,0	21,8	29,1	24,3b
$\text{MnSO}_4$	92	94	92	92a	22,2	25,5	35,1	27,6b
$\text{CuSO}_4$	90	88	90	89a	21,0	20,9	28,8	23,6b
$\text{H}_2\text{MoO}_4$	91	85	94	90a	20,7	25,3	29,8	25,3b
Médias	90A	86B	90A		25,5B	28,2AB	33,9A	
C.V. (%)	2,43				7,10			

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha (para lotes) e minúsculas na coluna (para tratamentos), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Para Marcos Filho (2005) tensões de -0,01 MPa a -0,04 MPa são consideradas favoráveis à embebição e conseqüentemente à germinação das sementes. Em feijão, Smiderle et al. (2008) verificaram que as sementes imersas em água e em solução de sulfato de cobalto, molibdato de sódio e sulfato de zinco não diferiram quanto à marcha de embebição, para as três cultivares estudadas.

Quando foi realizada a análise da qualidade fisiológica, foi constatado efeito isolado de lotes para germinação e vigor (primeira contagem e condutividade elétrica) (Quadro 2).

**Quadro 2.** Resumo da análise de variância para os dados de germinação (G), de primeira contagem de germinação (PC), de condutividade elétrica (CE), de plântula anormal deformada (PAD), de comprimento de hipocótilo (CH), de comprimento de raiz (CR), de massa seca de hipocótilo (MSH) e de massa seca de raiz (MSR), obtidos de três lotes de sementes de tremoço branco após imersão ou não em água destilada e em solução contendo ou não micronutriente. Avaliação inicial.

FV	GL	Quadrados Médios							
		G	PC	CE	PAD	CH	CR	MSH	MSR
Lote (L)	2	0,143*	0,438*	4,455*	1,582*	1,357 <sup>ns</sup>	11,00 <sup>ns</sup>	0,0002 <sup>ns</sup>	0,00003 <sup>ns</sup>
Tratamento (T)	6	0,160*	0,299*	9,538*	1,716*	1,669 <sup>ns</sup>	4,210 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>	0,00006 <sup>ns</sup>
L X T	12	0,033 <sup>ns</sup>	0,068 <sup>ns</sup>	0,098 <sup>ns</sup>	0,306 <sup>ns</sup>	0,277 <sup>ns</sup>	2,017 <sup>ns</sup>	0,0002 <sup>ns</sup>	0,00006 <sup>ns</sup>
Erro	63	0,033	0,052	0,148	0,453	1,042	5,221	0,0002	0,00006
Total	83								
C.V.(%)		1,98	2,43	7,10	24,47	33,03	31,39	1,46	0,81

\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; <sup>ns</sup> - não significativo.

Assim, as sementes do lote 2 apresentaram qualidade fisiológica inferior aos demais, embora os valores não tenham diferido das do lote 3 (Tabela 1). Este resultado provavelmente pode estar associado à permeabilidade das sementes, como constatado na figura 1, que este lote apresentou maior velocidade de embebição.

Além disto, foi constatado efeito isolado significativo de tratamentos para porcentagem de germinação e de plântulas anormais deformadas (Quadro 2). Assim, as sementes, independente do lote, quando foram imersas em solução de sulfato de manganês ou de ácido molíbdico, apresentaram maior germinação e menor porcentagem de plântulas anormais, ou seja, com menor desenvolvimento que as demais, embora estes valores não tenham diferido do obtido pelas sementes imersas em água destilada e em outras soluções contendo micronutrientes (Tabela 1). No entanto, houve tendência das sementes do lote 2, após imersão em solução de sulfato de manganês, apresentar valor numérico de porcentagem de germinação superior aos das sementes dos lotes 1 e 3 (Tabela 1). Além disto, estes valores foram acima de 80%, que é o limite para o padrão de comercialização da espécie (BRASIL, 2009).

Assim estes resultados podem estar associados além do efeito promovido pelo condicionamento das sementes, ou seja, pela hidratação da semente até um determinado nível que tenha promovido inicialização de eventos metabólicos como demonstrado por Heydecker et al. (1975) como também pelo efeito do próprio micronutriente, uma vez que dentre as funções destes micronutrientes no processo de germinação, o manganês atua na formação de lignina presente na membrana da parede celular e conseqüentemente pode influenciar a capacidade e a velocidade de absorção de água bem como alterar a quantidade de lixiviados liberados para o meio (TEIXEIRA et al., 2005), assim como o molibdênio, que também atua na reorganização das membranas celulares das sementes, evitando assim as perdas de lixiviados durante a embebição das sementes (MEIRELES et al., 2003). Comparando-se os resultados, com de outras espécies, Jonhson et al. (2005) constataram aumento da germinação quando as sementes de grão de bico e caupi foram imersas em soluções de molibdato de sódio, ácido bórico e sulfato de zinco, bem como Oliveira et al. (2010) observaram aumento da germinação das sementes de mamona imersas em solução de ácido molíbdico e sulfato de ferro e em menor intensidade, quando imersas em sulfato de zinco, sulfato de cobre e sulfato de manganês.

No que se refere ao vigor das sementes, foi observado efeito isolado significativo de tratamentos para porcentagem de plântulas normais na primeira contagem e para condutividade elétrica (Quadro 2). Assim as sementes, independente do lote, que foram imersas em água e em todas as soluções contendo micronutrientes apresentaram maior porcentagem de plântulas normais e menor valor de condutividade elétrica do que as não imersas (Tabela 1), não havendo, assim, diferença entre a semente imersa em água destilada ou em soluções contendo micronutrientes. Esses resultados podem estar provavelmente associados aos efeitos promovidos pelo condicionamento das sementes, como verificado para a porcentagem de germinação (Tabela 1). Assim, com a hidratação das sementes, houve maior sincronização da germinação e também diminuição dos lixiviados metabólicos, como também comentado por Farooq et al. (2009) e Basra et al. (2005), respectivamente. No entanto, para sementes de mamona houve aumento do vigor pelo teste de primeira contagem após a imersão destas em todas as soluções de micronutrientes (sulfato de zinco, sulfato de cobre, sulfato de manganês, ácido molíbdico e sulfato de ferro), exceto de ácido bórico (OLIVEIRA et al., 2010).

Já na avaliação do vigor pelos testes de massa e comprimento de plântulas, não foi verificado efeito significativo entre lotes e tratamentos de pré-semeadura (Quadro 2), (Tabela 2). No entanto, em mamona, houve aumento da massa de plântulas provenientes de sementes que foram imersas em solução de ácido molíbdico, bem como também em sulfato de ferro e sulfato de zinco (OLIVEIRA et al., 2010) e em grão de bico, lentilha e caupi, houve redução do comprimento de plântulas após terem sido imersas em solução de concentração média contendo molibdato de sódio, sulfato de zinco e ácido bórico (JONHSON et al., 2005).

**Tabela 2.** Dados médios de comprimento de hipocótilo e de raiz (cm) bem como de massa seca de hipocótilo e de raiz (mg/plântula), obtidos de três lotes de sementes de tremoço branco após imersão ou não em água destilada e em solução de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ), sulfato de zinco ( $ZnSO_4$ ), sulfato de manganês ( $MnSO_4$ ), sulfato de cobre ( $CuSO_4$ ) e ácido molíbdico ( $H_2MoO_4$ ). Avaliação inicial.

Tratamentos	Lotes				Lotes			
	1	2	3	Médias	1	2	3	Médias
	Comprimento de hipocótilo (cm)				Comprimento de raiz (cm)			
Sem imersão	2,81 <sup>1</sup>	2,83	2,58	2,74a	7,24	6,83	5,42	6,50a
Água	3,35	3,48	2,75	3,19a	7,52	9,25	6,80	7,86a
$H_3BO_3$	2,92	2,84	2,95	2,91a	6,88	7,86	8,33	7,69a
$ZnSO_4$	3,74	3,95	3,90	3,86a	8,15	8,10	7,75	8,00a
$MnSO_4$	3,19	2,99	2,62	2,93a	7,17	7,53	6,23	6,98a
$CuSO_4$	3,32	2,67	2,67	2,89a	6,50	7,22	6,25	6,66a
$H_2MoO_4$	3,54	3,37	2,45	3,12a	7,61	8,49	5,73	7,28a
Médias	3,27A	3,16A	2,84A		7,30A	7,90A	6,64A	
C.V.(%)	33,03				31,39			
	Massa seca de hipocótilo (mg/plântula)				Massa seca de raiz (mg/plântula)			
Sem imersão	27	30	24	27a	7	9	8	8a
Água	28	22	33	27a	20	12	9	14a
$H_3BO_3$	24	21	100	48a	7	11	33	17a
$ZnSO_4$	32	29	31	31a	34	8	10	17a
$MnSO_4$	28	28	30	29a	8	8	10	9a
$CuSO_4$	28	25	27	27a	6	7	8	7a
$H_2MoO_4$	30	26	31	29a	6	7	8	7a
Médias	28A	26A	39A		13A	9A	12A	
C.V.(%)	1,46				81			

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha (para lotes) e minúsculas na coluna (para tratamentos), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Na análise da concentração de micronutrientes nas sementes, foi observado efeito significativo da interação entre lotes e tratamentos (Quadro 3).

**Quadro 3.** Resumo da análise de variância para os dados de concentração de micronutrientes, obtidos de três lotes de sementes de tremoço branco antes e após imersão em solução de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ), sulfato de zinco ( $ZnSO_4$ ), sulfato de manganês ( $MnSO_4$ ), sulfato de cobre ( $CuSO_4$ ) e ácido molíbdico ( $H_2MoO_4$ ).

FV	GL	Quadrados Médios				
		$H_3BO_3$	$ZnSO_4$	$MnSO_4$	$CuSO_4$	$H_2MoO_4$
Lote (L)	2	355,870*	3460,1666*	266351,291*	29,291*	1,210*
Tratamento (T)	1	35651,041*	179574,000*	255028,041*	73,500*	20,479*
L X T	2	25,541*	2353,500*	119282,041*	36,375*	0,987*
Erro	18	1,986	5,583	9,027	1,611	0,0005
Total	23					
C.V.(%)		2,63	1,82	0,30	16,03	2,17

\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; <sup>ns</sup>- não significativo.

Assim, as sementes do lote 2, imersas em distintas soluções contendo micronutrientes durante duas horas, apresentaram o maior valor de zinco que as do lote 1, de manganês que as dos lotes 1 e 3 e de molibdênio que as do lote 3, bem como o menor valor de boro e cobre que as dos lotes 1 e 3 (Tabela 3). Além disto, este resultado mais favorável para as sementes do lote 2 imersas em solução de sulfato de zinco podem ter favorecido os resultados observados na tabela 1. Jonhson et al. (2005) constataram que, após 8 horas de imersão em solução de sulfato de zinco, ácido bórico e molibdato de sódio, houve aumento destes micronutrientes nas sementes de grão de bico e, após imersão em solução contendo ácido bórico e sulfato de zinco, nas sementes de lentilha; além disto, após 12 horas de imersão em solução de sulfato de zinco e ácido bórico, houve também aumento destes micronutrientes em sementes de grão de bico.

**Tabela 3.** Dados médios de concentração de micronutrientes (mg/kg), obtidos de três lotes de sementes de trevoço branco após imersão ou não em água destilada e em solução de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ), sulfato de zinco ( $ZnSO_4$ ), sulfato de manganês ( $MnSO_4$ ), sulfato de cobre ( $CuSO_4$ ) e ácido molíbdico ( $H_2MoO_4$ ).

Tratamentos		Lotes			Médias
		1	2	3	
Concentração (mg/kg)					
$H_3BO_3$	Sem imersão	21Ab <sup>1</sup>	14Bb	11Cb	15
	Com imersão	102Aa	88Ba	87Ba	92
Médias		61	51	49	
C.V.(%)			2,63		
$ZnSO_4$	Sem imersão	43Bb	40Bb	48Ab	44
	Com imersão	190Ca	200Ba	260Aa	217
Médias		116	120	154	
C.V.(%)			1,82		
$MnSO_4$	Sem imersão	738Bb	1153Ab	685Cb	882
	Com imersão	1128Ba	1224Aa	985Ca	1098
Médias		933	1188	813	
C.V.(%)			0,30		
$CuSO_4$	Sem imersão	6Ab	6Ab	7Aa	6
	Com imersão	14Aa	8Ba	7Ba	10
Médias		10	7	7	
C.V.(%)			16,03		
$H_2MoO_4$	Sem imersão	0,12Bb	0,18Ab	0,07Cb	0,12
	Com imersão	2,50Aa	2,28Aba	1,13Ca	1,97
Médias		1,31	1,23	0,60	
C.V. (%)			2,17		

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha (para lotes) e minúsculas na coluna (para tratamentos), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

## 4.2. Avaliação após armazenamento

Na avaliação da qualidade fisiológica das sementes armazenadas pelo período de quatro meses foi constatado pela análise de variância dos dados interação entre lotes e tratamentos pré-semeadura para germinação e vigor, avaliado pelos testes de primeira contagem de germinação e de comprimento de raiz (Quadro 4 e Quadro 5).

**Quadro 4.** Resumo da análise de variância para os dados de germinação (G), de primeira contagem de germinação (PC), de condutividade elétrica (CE), de plântula anormal deformada (PAD) e de sementes mortas por fungo (SMF), obtidos de três lotes de sementes de tremoço branco após imersão ou não em água destilada e em solução contendo ou não micronutriente. Após armazenamento.

FV	GL	Quadrados Médios				
		G	PC	CE	PAD	SMF
Lote (L)	2	90,631*	102,798*	12,20*	34,51*	2,668*
Tratamento(T)	6	32,710*	53,204*	6,387*	2,653 <sup>ns</sup>	18,09*
L X T	12	7,429*	4,728*	1,451 <sup>ns</sup>	3,262*	12,81*
Erro	63	0,462	0,394	2,403	1,592	0,169
Total	83					
C.V.(%)		10,65	13,06	18,89	33,31	14,55

\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; <sup>ns</sup> - não significativo.

**Quadro 5.** Resumo da análise de variância para os dados de teor de água (TA), de comprimento de hipocótilo (CH), de comprimento de raiz (CR), de massa seca de hipocótilo (MSH) e de massa seca de raiz (MSR), obtidos de três lotes de sementes de tremoço branco após imersão ou não em água destilada e em solução contendo ou não micronutriente. Após armazenamento.

FV	GL	Quadrados Médios				
		TA	CH	CR	MSH	MSR
Lote (L)	2	0,464 <sup>ns</sup>	1,969*	5,282*	0,0010*	0,0001 <sup>ns</sup>
Tratamento(T)	6	72,329*	0,290*	1,378*	0,0003 <sup>ns</sup>	0,00008 <sup>ns</sup>
L X T	12	1,853 <sup>ns</sup>	0,092*	0,198*	0,0002 <sup>ns</sup>	0,00004 <sup>ns</sup>
Erro	63	4,396	0,041	0,104	0,0002	0,00004
Total	83					
C.V.(%)		15,87	13,81	18,06	1,40	0,63

\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; <sup>ns</sup> - não significativo.

Para germinação, não foi observado para os três lotes, que as sementes quando não foram imersas em água destilada ou em soluções com micronutrientes, não diferiram entre si (Tabela 4).

**Tabela 4.** Dados médios de germinação (%), plântulas anormais deformadas (%), primeira contagem da germinação (%), de condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) e sementes mortas por fungo (%), de teor de água (%), obtidos de três lotes de sementes de tremoço branco após imersão ou não em água destilada e em solução de ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), sulfato de zinco ( $\text{ZnSO}_4$ ), sulfato de manganês ( $\text{MnSO}_4$ ), sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) e ácido molíbdico ( $\text{H}_2\text{MoO}_4$ ). Após armazenamento.

Tratamentos	Lotes			Médias	Lotes			Médias
	1	2	3		1	2	3	
	Germinação (%)				Plântulas anormais deformadas (%)			
Sem imersão	89Aa	90Aa	91Aa	90	10Aa	11Aa	8Aa	9
Água	46Ac	50Ab	5Bde	34	25Aa	29Aa	10Ba	21
$\text{H}_3\text{Bo}_3$	64Aabc	61Ab	1Be	42	19Aa	25Aa	1Ba	15
$\text{ZnSO}_4$	68Aabc	47Bb	21Cbc	45	25Aa	28Aa	3Ba	19
$\text{MnSO}_4$	25ABd	22Ac	11Bed	19	8Aa	26Ba	14ABa	16
$\text{CuSO}_4$	61Abc	62Ab	16Bbc	46	15Aa	19Aa	7Ba	14
$\text{H}_2\text{MoO}_4$	71Aab	43Bb	23Cb	46	19Aa	22Aa	17Aa	19
Médias	60	53	24		17	23	8	
C.V.(%)	10,65				33,31			
	Primeira contagem da germinação (%)				Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ )			
Sem imersão	85Aa	87Aa	83Aa	85	41,8	40,5	47,2	43,2b
Água	20Acd	23Ac	0Bb	14	65,3	57,5	77,4	66,7ab
$\text{H}_3\text{Bo}_3$	49Ab	40Ab	0Bb	29	62,2	56,6	97,4	72,0ab
$\text{ZnSO}_4$	40Ab	25Bc	4Cb	23	54,5	77,1	90,9	74,2ab
$\text{MnSO}_4$	15Ad	8Ad	0Bb	8	83,2	73,7	78,9	78,6a
$\text{CuSO}_4$	34Abc	40Ab	3Bb	26	60,4	63,3	94,3	72,7ab
$\text{H}_2\text{MoO}_4$	40Ab	23Bc	4Cb	22	66,7	77,5	83,5	75,9a
Médias	40	35	13		62,0B	63,7B	81,4A	
C.V. (%)	13,06				18,8			
	Sementes mortas por fungo (%)				Teor de água (%)			
Sem imersão	0Ae	0Ad	0Ac	0	8	8	8	8b
Água	11Bb	10Bb	25Ab	15	14	13	15	14a
$\text{H}_3\text{Bo}_3$	7Bc	2Ccd	49Aa	19	14	15	15	14a
$\text{ZnSO}_4$	1ABde	3Ac	0Bc	1	15	15	15	15a
$\text{MnSO}_4$	24Aa	30Aa	0Bb	18	13	15	15	14a
$\text{CuSO}_4$	3Ccd	14Bb	24Ac	14	15	14	13	14a
$\text{H}_2\text{MoO}_4$	5Bcd	15Ab	1Cc	7	13	13	14	13a
Médias	7	10	14		13A	13A	13A	
C.V. (%)	14,55				15,87			

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha (para lotes) e minúsculas na coluna (para tratamentos), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Também as sementes do lote 3 apresentaram germinação inferior as dos lotes 1 e 2 quando tratadas com água destilada e com todas soluções de micronutrientes, bem como devido a porcentagem de sementes mortas (Tabela 4).

No que se refere à porcentagem de sementes mortas por fungo, foi constatado interação entre lotes e tratamentos (Quadro 4). As sementes do lote 1 e lote 2 quando imersas em solução de ácido bórico apresentaram menor incidência de fungos, o que possivelmente está associado a função do próprio micronutriente, que confere resistência a patógenos durante a germinação (MARSCHNER, 1995). Estes resultados podem estar diretamente relacionados ao elevado teor de água das sementes armazenadas após terem sido submetidas aos tratamentos de pré-semeadura, que foi de 13%.

De acordo com Marcos Filho (2005), a manutenção do potencial fisiológico das sementes armazenadas está diretamente relacionada ao grau de umidade destas e está associada à intensidade das reações que caracterizam a atividade fisiológica.

Na avaliação do vigor das sementes após quatro meses de armazenamento, para o teste de primeira contagem de germinação foi verificado que as sementes dos três lotes não diferiram entre si quando não tratadas. Porém, após imersão em água ou micronutrientes as sementes do lote 3 apresentaram menos vigorosas quando comparadas aos lotes 1 e 2 (Tabela 4).

Já para o vigor avaliado pelo teste de condutividade elétrica foi verificado, independente do tratamento, as sementes do lote 3 apresentaram menor vigor que as dos lotes 1 e 2 (Tabela 4). E, independente do lote, as sementes submetidas ao tratamento de imersão com sulfato de manganês e com ácido molíbdico, embora não tenha diferido das de outros tratamentos a que foram submetidas, apresentaram maior liberação de exsudatos, ou seja, menor vigor.

Em relação à massa de hipocótilo, após quatro meses de armazenamento foi observado que as sementes do lote 3 apresentaram menor comprimento em relação ao lote 1 e 2, independente do tratamento. E, independente do lote, não houve efeito de tratamentos. Já para massa de raiz, não houve efeito de tratamentos (Tabela 5).

Para comprimento de hipocótilo e de raiz, foi observado que as sementes do lote 3 foram inferiores as dos lotes 1 e 2, quando foram submetidas aos distintos tratamentos pré-semeadura (Tabela 5).

Os resultados obtidos indicaram possibilidade de utilização do tratamento pré-semeadura via imersão das sementes em soluções com micronutrientes. O envigoramento das sementes com nutrientes pode favorecer a qualidade fisiológica das sementes e disponibilizar micronutrientes às plantas. Todavia, experimentos devem ser conduzidos para avaliar os efeitos a campo.

**Tabela 5.** Dados médios de comprimento de hipocótilo e de raiz (cm) bem como de massa seca de hipocótilo e de raiz (mg/plântula), obtidos de três lotes de sementes de trevoço branco após imersão ou não em água destilada e em solução de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ), sulfato de zinco ( $ZnSO_4$ ), sulfato de manganês ( $MnSO_4$ ), sulfato de cobre ( $CuSO_4$ ) e ácido molíbdico ( $H_2MoO_4$ ). Após armazenamento.

Tratamentos	Lotes			Médias	Lotes			Médias
	1	2	3		1	2	3	
	Comprimento de hipocótilo (cm)				Comprimento de raiz (cm)			
Sem imersão	2,12Aa	1,94Aa	2,02Aa	2,03	5,73Aa	5,18Aa	4,64Aa	5,18
Água	1,41Aab	1,81Aa	0,00Bb	1,07	2,33Abc	3,41Abc	0,00Bb	1,91
$H_3BO_3$	2,04Aa	1,92Aa	0,00Bb	1,32	3,74Aab	3,86Abc	0,00Bb	2,53
$ZnSO_4$	1,88Aa	1,91Aa	0,42Bb	1,40	3,49Aab	3,15Abc	0,76Bb	2,47
$MnSO_4$	0,51ABb	1,23Aa	0,00Bb	0,58	1,02ABc	2,39Ab	0,00Bb	1,13
$CuSO_4$	1,41ABab	2,09Aa	0,49Bb	1,33	2,50Abc	3,50Abc	0,63Bb	2,21
$H_2MoO_4$	1,91Aa	1,77Aa	0,43Bb	1,37	3,58Aab	2,88Abc	0,71Bb	2,39
Médias	1,61	1,81	0,48		3,20	3,48	0,96	
C.V.(%)	13,81				18,06			
	Massa seca de hipocótilo (mg/plântula)				Massa seca de raiz (mg/plântula)			
Sem imersão	34	31	26	30a	35	8	9	17a
Água	15	24	0	13a	4	6	0	3a
$H_3BO_3$	32	90	0	41a	9	7	0	5a
$ZnSO_4$	23	23	5	17a	5	19	1	9a
$MnSO_4$	6	14	0	7a	2	3	0	2a
$CuSO_4$	18	19	5	14a	5	6	1	4a
$H_2MoO_4$	24	19	9	17a	6	5	3	5a
Médias	22AB	31A	6B		9A	8A	2A	
C.V.(%)	1,40				0,63			

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha (para lotes) e minúsculas na coluna (para tratamentos), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

## **5. CONCLUSÕES**

Houve diminuição da velocidade de absorção de água nas sementes do lote com menor qualidade fisiológica inicial, na presença de manganês e molibdênio.

O tratamento de sementes via imersão em água destilada e em soluções de micronutrientes favoreceu a qualidade fisiológica das sementes dos três lotes de tremçoço branco.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, S.R. S.; PROCHNOW, L.I.; FANCELLI, A.L. **Simpósio discute como utilizar insumos e recursos para otimizar a produtividade do milho**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute (Informações Agronômicas, 122). – Brasil, 2008.

ABREU, M.F. **Extração e determinação simultânea por emissão em plasma de nutrientes e elemento tóxico em amostras de interesse agrônômico**. 1997. 135p. Tese (Doutorado em Química) – Curso de Pós-graduação em Química, Universidade Estadual de Campinas.

AMBROSANO, E.J.; AMBROSANO, G.L.B.; WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A.; MARTIS, A. L.M.M.; SILVEIRA, L.C.P. **Efeitos da adubação nitrogenada e com micronutrientes na qualidade de sementes do feijoeiro cultivar IAC-Carioca**. Nota Científica. Bragantia, Campinas, 58(2):393-399, 1999.

ARIF, M.; WAGAS, M.; NAWAB, K.; SHAHID, M. Effect of seed priming in Zn solutions on chickpea and wheat. **African Crop Science Conference Proceedings**, v.8, p. 237-240, 2007.

ÁVILA, M.R.; BRACCHINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; MARTORELLI, D.T.; ALBRECHT, L.P.; FACCIOLI, F. S. Qualidade fisiológica e produtividade das sementes de milho tratadas com micronutrientes e cultivadas no período de safrinha. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 535-543, 2006.

BASRA, S.M.A.; FAROOQ, M.; TABASSAM, R.; AHMAD, N. Physiological and biochemical aspects of seed vigor enhancement treatments in fine rice (*Oryza sativa* L.). **Seed Science and Technology**, v.33, n.3, p.623–628, 2005.

BENASSI, A.C.; ABRAHÃO, J.T.M. Épocas de semeadura e espaçamentos sobre a produção de fitomassa de tremoço. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, p. 1518-1521, 1991.

BEVILAQUA, G.A.P.; ANTUNES, I.F.; ZUCHI, J.; MARQUES, R.L.L. **Indicações técnicas para produção de sementes de plantas recuperadoras de solo para a agricultura familiar**. Embrapa Clima Temperado (Documento 227). Pelotas, p. 9-41, 2008.

BOTARO, J.A. **Otimização para a obtenção de extrato aquoso de tremoço branco (*Lupinus albus* L.) adicionado de suco de pitanga**. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Araraquara, 99 p., 2010.

BORKET, C.M. **Micronutrientes em plantas**. In: BULL, L. T.; ROSOLEM, C. A. (Ed). Interpretação da análise química de solo e planta pra fins de adubação. Botucatu: Fundação de estudos e pesquisas agrícolas e florestais, p. 309-329, 1989.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 9 de 2009**.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária 2009, 399p.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. P.; COSTA, M. B. B.; ALCANTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. **Adubação verde no sul do Brasil**. In: COSTA B.B. da (Ed). **Adubação verde no Sul do Brasil**. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa (AS-PTA) 346 p.1992.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

COMETTI, N.N.; FURLANI, P.R.; RUIZ, H.A.; FERNANDES FILHO, E.I. Soluções nutritivas: Formulações e aplicações. In: MANLIO S.F. (Ed). **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2006. Cap. 2, p. 149-191.

ERBAS, M.; CERTEL, M.; USLU, M.K. Some chemical properties of White lupin seeds (*Lupinus albus* L.). **Food Chemistry**, v. 89, p. 341-345, 2005.

FAROOQ, M.; BASRA, S.M.A.; WAHID, A.; KHALIQ, A.; KOBAYASHI, N. Rice seed invigoration. In: E. Lichtfouse (ed.). **Sustainable Agriculture Reviews**, Springer, The Netherlands, p. 137 -175, 2009.

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

GLADSTONES, J.S. **Distribution, Origin, Taxonomy, History and Importance**. In: Gladstones, J.S.; Atkins, C.A.; Hamblin, J. **Lupins as crop plants: Biology, Production and Utilization**. Cambridge, Cab International, 1998, p. 465.

HARRIS, D.; RASHID, A.; MIRAJ, G.; ARIF, M.; YUNAS, M.Â. 'On-farm' seed priming with zinc in chickpea and wheat in Pakistan. **Plant Soil**, v.306, p.3-10, 2008.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, Y.J. Invigoration of seed? **Seed Science and Technology**, Zurich, v.3, p.881-888, 1975.

HUYGHE, C. White lupin (*Lupinus albus* L.) **Field Crops Research**, v.53, p.147-160, 1997.

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

JOHANSEN, C.; MUSA, A.M.; KUMAR RAO, J.V.D.K.; HARRIS, D.; SHAHIDULLAH, A.K.M.; LAUREN, G.J. **Seed priming with molybdenum alleviates molybdenum deficiency and poor nitrogen fixation of chickpea in acid soils of Bangladesh and India.** In: 18<sup>th</sup> World Congress of Soil Science, July, 9-15, Philadelphia, Pennsylvania, USA, 2006.

JOHNSON, S.E.; LAUREN, J.G.; WELCH, R.M.; DUXBURY, J.M. Comparison of the effects of micronutrient seed priming and soil fertilization on the mineral nutrition of chickpea (*Cicer arietinum*), lentil (*Lens culinaris*), rice (*Oryza sativa*) and wheat (*Triticum aestivum*) in Nepal. **Experimental. Agriculture**, Cambridge, v. 41, p. 427–448, 2005.

KHANAL, N., JOSHI, D., HARRIS, D., CHAND, S.D. Effect of micronutrient loading, soil application, and foliar sprays of organic extracts on grain legumes and vegetable crops under marginal farmers' conditions in Nepal. In: P. Andersen, J.K. Tuladhar, K.B. Karki, S.L. Maskey (eds.). **Micronutrients in South and South East Asia**, pp. 121-132, 2005.

KIRKBY, E.A.; ROMHELD, V. **Micronutrients in plant physiology: functions, uptake and mobility.** The International Fertiliser Society, Boletim técnico, p.1-24, 2007.

LOPES, A.S. **Micronutrientes:** filosofias de aplicação e eficiência agrônômica (Boletim Técnico, 8).. São Paulo: ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos, 1999.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

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

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**, 2 ed. Academic Press, London UK, 1995.

MEIRELES, R.C.; REIS, L.S.; ARAÚJO, E.F.; SOARES, A.S.; PIRES, A.A.; ARAÚJO, G.A.A; ANDRADE, G.A. Efeito da época e do parcelamento de aplicação de molibdênio via foliar, na qualidade fisiológica das sementes de feijão. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 292, p. 699-707, 2003.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A, KOSEGARTEM, H.; APPEL, T. **Princípios da nutrição das plantas.** Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holanda, 2001.

MOHANDAS, S. Effect of presowing seed treatment with molybdenum and cobalt on growth, nitrogen and yield in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Plant Soil**, v.86, p.283-285, 1985.

MOLINA, J.P. **Fracionamento da proteína e estudo termoanalítico das leguminosas: grão-de-bico (*Cicer arietinum*), variedade Cícero e tremoço branco (*Lupinus albus* L).** Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, 57p, 2010.

MUNTEAN, L. **Contributions a l'étude de La germination de graines du lupin Blanc (*Lupinus albus* L.)**. Botanical horti agrobotanic, n. II, P. 85-91, 1978.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F.C. et al. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap.2, p.1-24.

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

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações pra uso de aplicativos**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.

RIBEIRO, N.D. SANTOS, O.S. dos; MENEZES, N.L. de. Efeito do tratamento com fonte de zinco e boro na germinação e vigor de sementes de milho. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.51, n.3, p.481-485, 1994.

RIBEIRO, N.D.; SANTOS, O.S. Aproveitamento do zinco aplicado na semente na nutrição da planta. **Ciência Rural**, v. 26, n. 1, p. 159-165, 1996.

RODO, A.B. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de cebola e sua relação com o desempenho das plantas em campo**. Tese (Doutorado), Escola superior de agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo, 135p, 2002.

ROSSETTO, C.A.V.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.52, n.1, p.123-131, 1995.

SANTOS, C.M.R., MENEZES, N.L., VILLELA, F.A. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n.1, p.110-119, 2004.

SANTOS, H.C.; VIANA, J.S.; GONÇALVES, E.P.; BRUNO, R.L.A.; FRAGA, V.S. Qualidade fisiológica de sementes de sorgo em resposta a adubação com zinco. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 1, p. 64-74, 2008.

SCHERER, E. E. O tremoço e seu cultivo no Estado de Santa Catarina. Florianópolis, **Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária S/A** (Boletim técnico), 1982. 20 p.

SHERRELL, C.G. Effect of molybdenum concentration in the seed on the response of pasture legumes to molybdenum. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.27, p.417-423, 1984.

SMIDERLE, O.J.; CARVALHO, M.V.; MIGUEL, M.H.; CÍCERO S.M. Tratamento de sementes de feijão com micronutrientes embebição e qualidade fisiológica. **Agro@mbiente on-line**, Boa Vista, v.2, n.1, 2008.

TAYLOR, A.G.; ALLEN, P.S.; BENNETT M.A.; BRADFORD, K.J.; BURRIS, J.S.; MISRA, M.K. Seed enhancements. **Seed Science Research**, Cambridge, v.8, n.2, p.245–256, 1998.

TEIXEIRA, I.R.; BORÉM, A.; ARAÚJO, G.A.A.; ANDRADE, M.J.B. Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta à adubação foliar com manganês e zinco. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 1, p. 83-88, 2005.

WUTKE, E.B. Adubação verde: Manejo da fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo. In: WUTKE, E.B., BULISANI, E.A. e MASCARENHAS, H.A.A. (Coord.). **Curso sobre adubação verde no instituto agrônomo, 1 (Documento IAC 32)**, Campinas: Instituto agrônomo, p. 17-29, 1993.