

CONDICIONAMENTO DE SEMENTES DE
Solanum lycocarpum St. Hil E O
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS NA FASE
INICIAL

SIMONI ANESE

2009

SIMONI ANESE

**CONDICIONAMENTO DE SEMENTES DE *Solanum lycocarpum*
St. Hil E O DESENVOLVIMENTO DE MUDAS NA FASE INICIAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração Ciências Florestais, para a obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. Dr. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Anese, Simoni.

Condicionamento de sementes de *Solanum lycocarpum* St. Hil
e o desenvolvimento inicial na fase de mudas / Simoni Anese. –

Lavras : UFLA, 2009.

88 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Edvaldo Aparecido Amaral da Silva.

Bibliografia.

1. Lobeira. 2. Dormência. 3. Hidrocondicionamento. 4.
Germinação. 5. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 634.9562

– 583.9521467

SIMONI ANESE

**CONDICIONAMENTO DE SEMENTES DE *Solanum lycocarpum* St. Hil E
O DESENVOLVIMENTO DE MUDAS NA FASE INICIAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração Ciências Florestais, para a obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 26 de fevereiro de 2009.

Prof. Dr. Renato Guimarães

UFLA

Prof. Dr. Antonio Cláudio Davide

UFLA

Prof. Dr. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva

UFLA

(ORIENTADOR)

LAVRAS

MINAS GERAIS – BRASIL

2009

**Aos meus amados pais, Roseni Antonio Anese e Cecilia Sangaletti
Anese por, incondicionalmente, me apoiarem sempre,**

OFEREÇO.

Aos meus irmãos, Tiago e Luis Paulo.

Ao meu orientador, prof. Edvaldo A. A. da Silva.

DEDICO.

*(...) para se chegar, aonde quer que seja,
aprendi que não é preciso dominar a força,
mas a razão. É preciso, antes de mais nada,
querer.*

Amyr Klink

AGRADECIMENTOS

A Deus pela saúde, força e presença em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais e aos meus irmãos que, embora distantes, sempre me apoiaram nesses anos de estudo e acreditaram em mim.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial ao Departamento de Ciências Florestais, pela oportunidade.

À Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Edvaldo A.A. da Silva, pela orientação atuante em todas as etapas deste trabalho, pelo entusiasmo e, sobretudo, pelos muitos ensinamentos e pela confiança a mim dispensada durante todo o mestrado.

Ao professor Antonio Cláudio Davide, pela amizade, sugestões e conhecimentos compartilhados.

Aos professores do programa de pós-graduação em Ciências Florestais com quem tive aula ou aqueles que de alguma maneira contribuíram para a minha formação acadêmica.

Aos amigos do Laboratório de Sementes Florestais, Olívia, Tathiana, Ana Carla, Cinara, Kelly e Juliano, pela ajuda e momentos de alegria e descontração.

À Dra. Marcela Carlota Nery, pelos conhecimentos compartilhados e auxílio na análise estatística.

Ao Antonio, pela amizade e contribuição em todos os experimentos;

Em especial, à querida amiga Giuliana, pela valiosa ajuda em todas as etapas deste trabalho e pela elaboração dos abstracts.

Aos colegas de curso e amigos Julio e Cristiane, pela harmoniosa amizade e eternas risadas que tornaram esse dois anos de mestrado muito agradáveis.

À colega Sue Ellen E. Queiroz, pela grande amizade, agradável convivência e disposição em todos os momentos que precisei.

A todos os funcionários do viveiro florestal, pela ajuda dispensada.

Às colegas de república, Emanuela, Tais, Kívia e Camila, pela convivência e amizade.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Meu muito obrigada.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
Introdução Geral.....	1
Referências Bibliográficas.....	6
CAPÍTULO 1 - <i>Priming</i> em sementes de <i>Solanum lycocarpum</i> St Hil: Efeitos no embrião e endosperma micropilar.....	12
1 Resumo.....	13
2 Abstract.....	14
3 Introdução.....	15
4 Material e Métodos.....	18
4.1 Coleta dos frutos e preparo das sementes.....	18
4.2 Determinação do grau de umidade.....	18
4.3 Condicionamento das sementes.....	18
4.3.1 Testes para avaliar a qualidade fisiológica.....	20
4.4 Força de ruptura de endosperma micropilar.....	21
4.5 Quantificação de endo- β -mananase e correlação com a força de ruptura.....	22
4.6 Peso fresco do embrião.....	22
4.7 Análise estatística.....	23
5 Resultados.....	25
5.1 Efeitos do <i>priming</i> sobre o desempenho de germinação.....	25
5.1.1 Porcentagem de germinação.....	25
5.1.2 Índice de Velocidade de Germinação (IVG).....	27
5.1.3 Tempo médio para a ocorrência de 50% de germinação (T50).....	30

5.2 Influência do hidrocondicionamento sobre o endosperma micropilar e embrião.....	33
5.2.1 Força de ruptura do endosperma micropilar.....	32
5.2.2 Quantificação de endo- β -mananase e correlação com a força de ruptura..	35
5.2.3 Peso fresco do embrião.....	36
6 Discussão.....	38
7 Conclusão	46
8 Referências Bibliográficas.....	47
CAPÍTULO 2 - Eficiência do hidrocondicionamento nas sementes de <i>Solanum lycocarpum</i> St. Hil sobre o desenvolvimento inicial de plantas jovens produzidas em diferentes volumes de recipientes.....	54
1 Resumo.....	55
2 Abstract.....	56
3 Introdução.....	57
4 Material e Métodos.....	61
5 Resultados	65
6 Discussão.....	70
7 Conclusão.....	77
8 Referências Bibliográficas.....	78
ANEXOS.....	84

RESUMO

ANESE, Simoni. **Condicionamento de sementes de *Solanum lycocarpum* St. Hil e o desenvolvimento inicial na fase de mudas.** 2008. 88p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal/ Manejo Ambiental) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

S. lycocarpum é uma Solanaceae, conhecida popularmente como lobeira, fruta-de-lobo ou jurubeba, amplamente distribuída em todo o Cerrado do Brasil central. É colonizadora de áreas degradadas pelo homem e de pastagens, apresentando potencial para ser utilizada em programas de recuperação de áreas alteradas. No entanto, apresenta dormência devido à restrição imposta pelo endosperma micropilar à protrusão da radícula, o que leva a uma germinação lenta e desuniforme. Este trabalho foi realizado com o principal objetivo de estudar a eficiência da técnica de *priming* sobre o desempenho germinativo das sementes de *S. lycocarpum* e determinar as alterações fisiológicas que ocorrem no embrião e no endosperma micropilar, durante o tratamento. Posteriormente, avaliou-se o efeito do *priming* na qualidade de plantas jovens produzidas em diferentes tamanhos de recipientes, em condições de viveiro. Os resultados mostraram que o hidrocondicionamento em água destilada por um período de 15 dias, em baixa temperatura, promove efeitos benéficos sobre o índice de velocidade de germinação e redução do tempo necessário para a ocorrência de 50% de germinação das sementes de *S. lycocarpum*. No entanto, quando osmocondicionadas em soluções de baixo potencial hídrico e em temperaturas mais elevadas, essas respostas não foram evidenciadas. Semente de *S. lycocarpum* desenvolveram atividade de endo- β -mananase durante o hidrocondicionamento que coincidiu com a queda da força de ruptura do endosperma micropilar. Houve aumento do peso fresco do embrião somente após o condicionamento. Sugere-se que o efeito do hidrocondicionamento seja no enfraquecimento do endosperma que, aliado ao aumento da força de compressão do embrião, após hidrocondicionamento, determinou a superação da dormência imposta pelo endosperma. No viveiro, até 90 dias após a semeadura, a qualidade das plantas jovens foi beneficiada pelo hidrocondicionamento das sementes, com incrementos em emergência, altura, diâmetro e massa da matéria seca das plantas. As dimensões dos recipientes influenciaram o desenvolvimento inicial das plantas jovens, sendo o melhor desempenho observado em plantas produzidas em tubete com capacidade de 180 mL.

¹ Comitê Orientador: Dr. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva – UFLA (Orientador); Dr. Antonio Cláudio Davide – UFLA.

ABSTRACT

ANESE, Simoni. **Priming in seeds of *S. lycocarpum* and the development of seedlings at the initial phase.** 2008. 88p. Dissertation (Master Program in Forest Engineering/Environmental Management) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

S. lycocarpum is a Solanaceae widely distributed in the central Brazilian savanna, whose capacity of colonization of degraded areas indicates its great potential on reforestation projects. However, its seeds present dormancy due to endosperm mycospilar restriction to radicle protrusion, leading to a slow and non-uniform germination. This study aimed to evaluate the efficiency of priming technique on *S. lycocarpum* seed germination and to investigate the physiological alterations caused, during the treatment, in the embryo and endosperm mycospilar. Subsequently, it was evaluated the priming effect on the quality of seedling developed in different sizes of containers, under nursery conditions. Based on the results, it was verified that the imbibition of *S. lycocarpum* seeds in distilled water for fifteen days, in low temperature, improves the germination velocity index and reduces the time to 50% of final germination. Nevertheless, when the seeds were conditioned in low water potential solutions and higher temperatures, those answers were not observed. *S. lycocarpum* seeds presented endo- β -mannanase activity during hydropriming, which was related with the decrease in the rupture force of the endosperm mycospilar. There was an increase of fresh weight of the embryo only after de the conditioning. It's suggested that the hydropriming affects the weakening of the endosperm mycospilar which, with the increase of the compressive force of the embryo after the conditioning, determined the break of physiological dormancy caused by the endosperm. The hydropriming improved the quality of seedling at the nursery, 90 days after the sowing, increasing the emergency, height, stem diameter and mass of dry matter of the plants. The sizes of containers affected the initial development of seedling, so that the best performance was observed when plants developed in 180 mL plastic tubes.

* Guidance Committee: Edvaldo Aparecido Amaral da Silva – UFLA (Adviser), Antonio Cláudio Davide – UFLA.

INTRODUÇÃO GERAL

S. lycocarpum é uma Solanaceae, conhecida popularmente como lobeira, fruta-de-lobo ou jurubeba, de porte arbustivo e amplamente distribuída em todo o Cerrado do Brasil Central (Lorenzi, 2002; Oliveira Filho & Oliveira, 1988). É característica de formações secundárias abertas, ocupando tanto solos argilosos como arenosos bem drenados e de baixa fertilidade (Lorenzi, 2002). Essa espécie adaptou-se bem às condições de estresse hídrico, devido à baixa disponibilidade de água nestas regiões, em determinadas épocas do ano (Chaves Filho & Stacciarini-Seraphin, 2001).

O período de florada compreende o ano inteiro, porém, com maior intensidade na estação chuvosa (Oliveira Filho & Oliveira, 1988). As plantas podem apresentar de 40 a 100 frutos, cuja massa por fruto pode variar de 400 a 900g (Silva et al., 1994), sendo estes produzidos durante todo ano (Dalponte & Lima, 1999). O fruto é uma baga que pode atingir 13 cm de diâmetro, apresenta coloração verde quando maduro, com endocarpo polposo, amarelado e aromático. Em média, os frutos apresentam de 545 ± 99 sementes, as quais apresentam tegumento rígido de coloração marrom-escura, forma achatada e comprimento, largura e espessura médios de 7mm, 5,17mm e 1,78 mm, respectivamente (Pinto et al., 2007). De acordo com os mesmos autores, as sementes devem ser obtidas a partir de frutos coletados após a dispersão natural para garantir o sucesso da germinação na condição ótima para espécie, que é de alternância de luz e temperatura de 20°/30°C a cada 12 horas.

S. lycocarpum tem grande importância ecológica pelo fato de seus frutos servirem como fonte alimentar de mamíferos, pássaros e roedores, durante todo o ano, principalmente na estação da seca, quando a disponibilidade de outros frutos é menor (Dalponte & Lima, 1999). A polpa do fruto maduro pode ser consumida *in natura* ou ser utilizada para se fazer geleias (Silva et al., 1994). A

espécie cresce e se desenvolve em condições ambientais desfavoráveis (Vidal et al., 1999). É colonizadora de áreas degradadas pelo homem e de pastagens (Oliveira Filho & Oliveira, 1988), podendo se destacar como espécie com grande potencial para ser utilizada em programas recuperação de áreas alteradas.

Pinto et al. (2007) estudaram o mecanismo de germinação da espécie, concluindo que ela apresenta dormência imposta pela resistência do endosperma micropilar ao alongamento do embrião. Constataram, ainda, que a germinação ocorre devido ao enfraquecimento do mesmo em dois estágios que coincidem com o aumento da atividade da enzima endo- β -mananase, sendo o segundo estágio também influenciado pelo aumento do crescimento do embrião. Assim, a presença de dormência nas sementes da espécie leva a uma germinação lenta e desuniforme, o que pode dificultar a produção de mudas.

Priming em sementes é um tratamento pré-semeadura que oferece a possibilidade de melhorar a qualidade de sementes e promover a superação de dormência, possibilitando o aumento da taxa de germinação e uniformidade de emergência de plântulas, em diferentes espécies (Taylor et al., 1998). Envolve a iniciação do metabolismo da germinação por meio da hidratação controlada das sementes na segunda fase de germinação, em que vários processos metabólicos são ativados, mas sem permitir a protrusão da radícula (Taylor et al., 1998; McDonald, 1998; Powel et al., 2000; Heydecker et al., 1973). As técnicas mais promissoras incluem *osmopriming*, ou osmocondicionamento (embebição das sementes em soluções de baixo potencial hídrico, com o uso de agentes osmóticos, como polietileno glicol) e *hidropriming*, ou hidrocondicionamento (usa somente água no controle da embebição) (Caseiro et al., 2004). Posteriormente, as sementes podem ser lentamente desidratadas, até atingir o grau de umidade original (Nascimento, 1998), o que possibilita a vantagem de se poder manuseá-las e/ou armazená-las.

Muitos trabalhos apontam que o condicionamento osmótico mostrou-se promissor para aumentar o vigor, a taxa e a uniformidade de germinação de

diferentes espécies (Bonome, 2006; Naglreiter et al., 2005; Castro, 1998; Trigo et al., 1999; Borges et al., 2002; Nascimento, 2005; Fanti & Perez., 2003; Mauricale & Cavallaro, 1995; Liu et al.; 1996). No entanto, em pesquisas recentes, verifica-se que o hidrocondicionamento, ou *hidropriming*, é a opção mais acessível e econômica (Casenave & Toselli, 2007) e fácil de desenvolver porque somente água é utilizada (Farooq et al., 2006; Soon et al.; 2000). Tem sido usado com sucesso em sementes de cereais (Nagar et al., 1998; Harris et al., 2001; Dezfuli et al., 2008; Yagmur & Kaydan, 2008; Farooq et al., 2006), plantas olerícolas (Caseiro et al., 2004; Venkatasubramanian & Umarani, 2007; Ghassemi-Golezani et al., 2008; Marcos Filho & Kikuti, 2008; Balbinot & Lopes, 2006) e em espécies florestais (Perez & Negreiros, 2001; Mendonça et al., 2005; Jeller & Perez, 2003; Pinedo & Ferraz, 2008).

Os efeitos benéficos dos diferentes tratamentos de *priming* sobre o aumento no desempenho germinativo de diferentes espécies são bem documentados na literatura. Porém, poucos trabalhos abordam a eficiência da técnica no desempenho posterior das plântulas em condições de campo. Em sementes de milho, Nagar et al. (1998) constataram que o *hidropriming* aumentou a taxa de emergência e de crescimento das plântulas no campo. Kaur et al. (2002) demonstraram que o *hidropriming* proporcionou maior crescimento de folhas e raízes em plântulas de grão-de-bico, submetidas a condições de estresse. Marcos Filho & Kikuti (2008) constatararam que o hidrocondicionamento promove efeitos sobre a velocidade de germinação e de emergência de sementes de couve-flor, porém, os efeitos do *priming* não persistiram durante todo o desenvolvimento das plantas. Para espécies florestais, não foram encontrados relatos abordando os efeitos do *priming* no sistema de produção de mudas.

Diversos eventos metabólicos são ativados durante o *priming* e contribuem com a melhoria da germinação subsequente. Os benefícios têm sido associados à ativação de mecanismos de reparos macromoleculares e do sistema

de membranas, incremento nas atividades enzimáticas e mobilização de açúcares e proteínas (Srinivasan et al., 1999; McDonald, 1998).

Pill (1995), apud Marcos Filho (2005), salientou a importância dos efeitos do *priming* sobre o ajuste do potencial osmótico celular, o acréscimo do turgor radicular e a ação de enzimas que promovam o enfraquecimento de tecidos que restringem a expansão da radícula durante a germinação. O enfraquecimento do endosperma micropilar tem sido proposto como mecanismo que controla a germinação de tomate (Toorop, 1998) e de *S. lycocarpum* (Pinto et al., 2007). Endo- β -mananase é uma enzima envolvida com o enfraquecimento do endosperma micropilar de tomate (Still & Bradford, 1997; Still et al., 1997; Toorop, 1998) e de lobeira (Pinto et al., 2007). Still & Bradford (1997) e Toorop (1998) mostraram que sementes de tomate desenvolveram atividade de endo- β -mananase durante o *priming*. A força de ruptura do endosperma micropilar decresceu durante o *priming* e correlacionou-se com o aumento da atividade da enzima (Toorop, 1998).

A qualidade das mudas é fator preponderante para o sucesso de povoamentos florestais, buscando-se produzir mudas em quantidades satisfatórias, que possam superar as adversidades do meio, com altos percentuais de sobrevivência no campo. Entre os fatores que influenciam a produção de mudas de espécies florestais, destacam-se, além da semente, o recipiente e o substrato utilizados, os quais vão refletir diretamente na qualidade da muda (Santos et al., 2000). As sementes devem apresentar características como alta porcentagem de germinação, sincronia e rapidez no desenvolvimento, para que a produção de mudas seja economicamente viável. Para espécies florestais nativas, é muito difícil encontrar sementes com essas características desejadas, tendo em vista que elas, normalmente, apresentam dormência, o que leva a uma germinação baixa e desuniforme.

Além da semente, o tipo de recipiente utilizado é outro fator de grande influência na produção de mudas. A tendência atual é a substituição dos sacos

plásticos pelos tubetes de plástico rígido, por apresentarem estrias longitudinais internas, minimizando os problemas, principalmente no que se refere ao enovelamento do sistema radicular (Gomes et al., 1990; Davide & Faria, 2008) e possibilitar a mecanização das operações de produção de mudas Carneiro, (1995). Malavasi & Malavasi (2006) e Santos et al. (2000) constataram que mudas crescidas em tubetes de maiores volumes apresentaram maiores dimensões morfológicas na fase de viveiro e atribuíram tal fato ao maior espaço e substrato disponível e à menor limitação de restrição radicular. No entanto, as dimensões dos recipientes devem adequar-se às características das espécies (Gomes et al., 1990).

Estudos sobre a aplicação da técnica de *priming* em sementes de *S. lycocarpum*, visando à superação da dormência e germinação mais rápida e uniforme, bem como informações sobre a qualidade de mudas da espécie produzidas em diferentes tamanhos de recipientes, não constam na literatura e são importantes para subsidiar sua propagação em programas de produção de mudas.

Assim, com a realização deste trabalho, objetivou-se: 1) estudar a eficiência da técnica de *priming* sobre o desempenho germinativo das sementes de *S. lycocarpum* e determinar mudanças que ocorrem no embrião e no endosperma micropilar, durante o tratamento e 2) avaliar o efeito do *priming* na qualidade de plantas jovens de *S. lycocarpum* produzidas em diferentes recipientes, em condições de viveiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BADEK, B.; VAN DUIJN, B.; GRZESIK, M. Effects of water supply methods and seed moisture content on germination of China aster (*Callistephus chinensis*) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds. **European Journal of Agronomy**, La Rioja, v.24, n.1, p.45–51, Jan. 2006.

BALBINOT, E.; LOPES, H.M. Efeitos do condicionamento fisiológico e da secagem na germinação e no vigor de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.1, p.01-08, jan. 2006.

BONOME, L.T.S.; GUIMARAES, R.M.; OLIVEIRA, J.A.; ANDRADE, V.C.A.; CABRAL, P.S. Efeito do condicionamento osmótico em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v.30, n.3, p.422-428, maio 2006.

BORGES, E.E.L.; PEREZ, S.C.J.G.A.; BORGES, R.C.G.; REZENDE, S.T.; GARCIA, S.R. Comportamento fisiológico de sementes osmocondicionadas de *Platymiscium pubescens* Micheli (Tamboril-da-mata). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.26, n.5, p.603-613, set. 2002.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR, FUPEF, 1995, 451p.

CASEIRO, R.; BENNETT, M.A.; MARCOS FILHO, J. Comparison of three techniques for onion seed lots differing in initial quality. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.32, n.2, p.365-375, July 2004.

CASENAVE, E.C.; TOSELLI, M.E. Hydropriming as a pré-treatment for cotton germination under thermal and water stress conditions. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.35, n.1, p. 88-98, Apr. 2007.

CASTRO, R.D.de. **A functional analyses of cell cycle events in developing and germinating tomato seeds**. Wageningen: Wageningen University, 1998. 110p.

CHAVES FILHO, J.T.; STACCIARINI-SERAPHIN, E. Alteração no potencial osmótico e teor de carboidratos solúveis em plantas jovens de lobeira em resposta ao estresse hídrico. Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.2, p. 199-204, jun. 2001.

DALPONTE, J.C.; LIMA, E.S. Disponibilidade de frutos e a dieta de *Lycalopex vetulus* (Carnívora) em um cerrado do Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.22, n.2, p.325-332, out. 1999.

DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R. Viveiros florestais. In: DAVIDE, A.C.; DA SILVA, E.A.A. (Org.). **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: UFLA, 2008. p. 83-124.

DEZFULI, P.M.; SHARIF-ZADEH, F.; JANMOHAMMADI, M. Influence of priming techniques on seed germination behavior of maize inbred lines (*Zea mays* L.) **ARNP Journal of Agricultural and Biological Science**, New York, v.3, n.3. p.22-25, May 2008.

FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito do estresse hídrico e envelhecimento precoce na viabilidade de sementes osmocondicionadas de paineira (*Chorisia speciosa*). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.38, n.4, p.537-543, abr. 2003.

FAROOQ, M.; BASRA, S.M.A I.; AFZAL, I.; KHALIQ, A. Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.34, n.2, p.507-512, 2006.

FAROOQ, M.; BASRA, S.M.A.I.; WAHID, A. Priming of field-sown rice seed enhances germination, seedling established, allometry and yield. **Plant Growth Regulation**, New York, v.49, n.2-3, p. 285-294, July 2006.

FUJIKURA, Y.; KRAAK, H.L., BASRA, A.S; KARSEEN, C.M. Hydro priming. A simple and inexpensive priming method. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.21, n.3, p. 639-642, 1993.

GHASSEMI-GOLEZANI, K.; ALILOO, A.A., VALIZADEH, M.; MOGHADDAM, M. Effects of different priming techniques on seed invigoration and seedling establishment of lentil (*Lens culinares* Medik). **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Helsink, v.6, n.2, p. 222-226, Apr. 2008.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; BORGES, R. de C.G.; FREITAS, S.C. Influência do tamanho da embalagem plástica na produção mudas de ipê (*Tabebuia serratifolia*) de copaíba (*Copaifera langsdorfii*) e de angico-vermelho (*Piptadenia peregrina*). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.14, n.1, p.26-34, jan. 1990.

- HARRIS, D., PATHAN, A.K., GOTHKAR, P., JOSHI, A., CHIVASA, W.; NYAMUDEZA, P. On-farm seed priming: Using participatory methods to revive and refine a key technology. **Agricultural Systems**, Essex, v.69, n.1-2, p.151-164, July/Aug. 2001.
- HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; GULLIVER, R.L. Accelerated germination by osmotic seed treatment. **Nature**, London, v.246, p.42-44, Nov. 1973.
- JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. A. Condicionamento osmótico na germinação de sementes de cássia-do-nordeste sob estresse hídrico, térmico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.9, p. 1025-1034, set. 2003.
- KAUR, S.; GUPTA, A.K.; KAUR, N. Effect of osmo and hydropriming of chickpea seeds on seedling growth and carbohydrate metabolism under water deficit stress. **Plant Growth Regulation**, New York, v.37, n.1, p. 17-22, May 2002.
- LIU, Y.; BINO, R.J.; VAN DER BURG, W.J.; GROOT, S.P.C.; HILHORST, H.W.M. Effects of osmotic priming on dormancy and storability of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v.6, n.2, p. 49-55, June 1996.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3 ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 2002. v.2.
- MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M. Efeito do volume do tubete no crescimento inicial de plântulas de *Cordia trichotoma* (Vell) Arrab. Ex Eteud E *Jacarandá micranta* Cham. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16, n.1, p. 11-16, jan. 2006.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.
- MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A.L. Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor e desempenho das plantas no campo. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v.26, n.2, p.165-169, abr./jun. 2008.
- MAURICALE, G.; CAVALLARO, V. Effects of seed osmopriming on germination of tomato at different water potential. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.23, n.2, p. 393-403, Ago. 1995.
- McDONALD, M.B. Seed quality assessment. **Seed Science Research**, Zurich, v.8, n.2, p.265-275, June 1998.

MENDONÇA, A.V.; COELHO, E.A.; DE SOUZA, N.A.; BABINOT, E.; DA SILVA, R.F.; BARROSO, D.G. Efeito da hidratação e do condicionamento osmótico em sementes de pau-formiga. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.27, n.2, p.111-116, dez. 2005.

NAGAR, R.P.; DADLANI, M.; SHARMA, S.P. Effect of hydropriming on field emergence and crop growth of maize genotypes. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.26, p. 1-5, 1998.

NAGLREITER, C.; REICHENAUER, T.G. GOODMAN, B.A.; BOLHAR-NORDENKAMPF, H.R. Free radical generation in *Pinus sylvestris* and *Larix decidua* seeds priming with polyethylene glycol or potassium salt solutions. **Plant Physiology and Biochemistry**, New Delhi, v.43, n.2, p.117-123, Feb. 2005.

NASCIMENTO, W.M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças: potencialidades e implicações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.16, n.2, p. 106-109, jul. 1998.

NASCIMENTO, W.M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças visando à germinação em condições de temperaturas baixas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, abr. 2005.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; OLIVEIRA, L.C.A. Biologia floral de uma população de *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Solanaceae) em Lavras, MG. **Revista brasileira de botânica**, São Paulo, v.11, n.1-2, p.22-32, dez. 1988.

PEREZ, S.C.J.G.A.; NEGREIROS, G.F. Efeitos do pré-condicionamento na viabilidade e no vigor de sementes de canafistula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub) em condições de estresse. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v.23, n.1, p.175-183, jan. 2001.

PINEDO, G.J.V.; FERRAZ, I.D.K. Hidrocondicionamento de *Parkia pendula* [Benth ex Walp]: Sementes com dormência física de árvore da Amazônia. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.32, n.1, p.39-49, jan./fev. 2008.

PINTO, L.V.A.; AMARAL da S. E.A.; DAVIDE, A.C.; MENDES DE JESUS, V.A.; TOOROP, P.E.; HILHORST, H.W.M. Mechanism and control of *Solanum lycocarpum* seed germination. **Annals of Botany**, London, v.100, n.6, p. 1175-1187, Dec. 2007.

POWEL, A.A.; YULE, L.J.; JUNG, H.C.; GROOT, P.C. The influence of aerated hydration seed treatment on seed longevity as assessed by the viability equation. **Journal Experimental Botany**, Oxford, v.51, n.353, p.2031-2043, Dec. 2000.

SANTOS, C.B.; LONGHI, S.J.; HOPPE, J.M.; MOSCOVICH, F.A. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D.Don. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n.2, p.1-15, jul. 2000.

SILVA, J.A. de; SILVA, D.B. da; JUNQUEIRA, N.T.V.; ANDRADE, L.R.M. de. **Frutas nativas dos cerrados**. Brasília: EMBRAPA, 1994. 166p.

SOON, K.J.; WHAN, C.Y.; GU, S.B.; KIL, A.C.; LAY, C.J. Effect of hidropriming to enhance the germination of gourd seeds. **Journal of Korean Society of Horticultural Science**, Taejon, Korea, v.41, p.559-564, June 2000.

SRINIVASAN, K.; SAXENA, S.; SINGH, B.B. Osmo and hidropriming of mustard seeds to improve vigour and some biochemical activities. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.27, n.2, p.785-793, 1999.

STILL, D.W.; BRADFORD, K.G. Endo-B-mannanase activity from individual tomato endosperm caps and radicle tip in relation to germination rates. **Plant Physiology**, Rockville, v.113, n.1, p.21-29, Jan. 1997.

STILL, D.W.; DAHAL, P.; BRADFORD, K.G. A Single-seed assay for endo-B-mannanase activity from tomato endosperm and radicle tissues. **Plant Physiology**, Rockville, v.113, n.1, p.13-20, Jan. 1997.

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

TOOROP, P.E. **The role of endo-B-mannanase activity in tomato seed germination**. 1998. 125p. Thesis. (PhD) Wageningen University, Holanda.

TRIGO, M.F.O.O.; TRIGO, L.F.N. Efeito do condicionamento osmótico na germinação e no vigor de sementes de berinjela (*Solanum melongena* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n. 1, p. 107-113, jan. 1999.

VENKATASUBRAMANIAN, A.; UMARANI, R. Evaluation of seed priming methods to improve seed performance of tomato (*Lycopersicon esculentum*), egg plant (*Solanum melongena*) and chilli (*Capsicum annum*). **Seed Science & Technology**, Zurich, v.35, n.2, p. 487-493, July 2007.

VIDAL, M.C.; STACCIARINI-SERAPHIN, E.; CAMARA, H.H.L.L. Crescimento de plântulas de *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Lobeira) em casa de vegetação. **Acta Botânica Brasilica**, Rio de Janeiro, v.13, n.3, p.271-274, set. 1999.

WAHID, A.; NOREEN, A.; BASRA, S.M.A.; GELANI, S.; FAROOQ, M. Priming-induced metabolic changes in sunflower (*Helianthus annuus*) achenes improve germination and seedling growth. **Botanical Studies**, Taipei, v.49, n.4, p. 343-350, Oct. 2008.

YAGMUR, M.; KAYDAN, D. Alleviation of osmotic stress of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. **African Journal of Biotechnology**, Nairóbi, v.7, n.13, p.2156-2162, July 2008.

CAPITULO 1

***PRIMING* EM SEMENTES DE *Solanum lycocarpum* St. Hil: EFEITOS NO EMBRIÃO E ENDOSPERMA MICROPILAR**

1 RESUMO

ANESE, Simoni. *Priming* em sementes de *S. lycocarpum*: efeitos no embrião e endosperma micropilar. In: _____. **Condicionamento de sementes de *Solanum lycocarpum* St. Hill e o desenvolvimento de mudas na fase inicial**. 2009. Cap. 1, p. 12-53. Dissertação (Mestrado Ciências Florestais/ Manejo Ambiental) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.²

Objetivou-se, com a realização deste estudo, avaliar a eficiência da técnica de *priming* sobre o desempenho germinativo das sementes de *S. lycocarpum* e determinar as alterações fisiológicas que ocorrem no embrião e no endosperma micropilar, durante o tratamento. Primeiramente, as sementes foram hidrocondicionadas em água destilada e osmocondicionadas em soluções de polietilenoglicol (PEG) 8000 (-0,2, -0,4 e -0,8 MPa), durante os períodos de 5, 10 e 15 dias, sob 15°, 20° e 25°C, totalizando 36 tratamentos, com 3 repetições de 33 sementes. Após cada período de condicionamento, as sementes foram secas até atingir o grau de umidade para armazenamento (8%) e colocadas para germinar na condição ótima para a espécie. Os efeitos dos tratamentos foram avaliados por meio do índice de velocidade de germinação (IVG), tempo para ocorrência de 50% da germinação (T50) e porcentagem de germinação (PG). Concluiu-se que o hidrocondicionamento em água destilada, destacando-se o período de 15 dias na temperatura de 15°C, mostrou-se eficiente para aumentar o vigor das sementes de *S. lycocarpum*, ou seja, reduziu o tempo (T50) para 5 dias em relação ao observado para o controle, 17,3 dias. Da mesma forma, observou-se maior velocidade de protrusão radicular nesse tratamento (4,64) em comparação às sementes do controle (1,52). Posteriormente, a relação entre força de ruptura do endosperma micropilar, atividade da endo-β-manase e aumento do peso fresco do embrião das sementes durante hidrocondicionamento, por 15 dias, sob 15°C, foi investigada. Constatou-se que a força necessária para o embrião romper o endosperma diminui ao longo dos 15 dias de condicionamento e coincide com o aumento da atividade da enzima endo-β-manase. Houve aumento do peso fresco do embrião somente após o condicionamento. Assim, sugere-se que o efeito do hidrocondicionamento seja no enfraquecimento do endosperma que, aliado ao aumento do peso fresco do embrião, após o hidrocondicionamento, levou à superação da dormência imposta pelo endosperma.

¹ Comitê orientador: Dr. Edvaldo A. A. da Silva – UFLA (Orientador); Dr. Antonio Cláudio Davide – UFLA.

2 ABSTRACT

ANESE, Simoni. Priming on *Solanum lycocarpum* seeds: effects on the embryo and endosperm mycopilar. In _____. **Priming in seeds of *Solanum lycocarpum* and the de development os seedlings at the inicial phase.** 2009. Chapter. 1, p. 12-53. Dissertation (Master Program in Forest Engineering/Environmental Management) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

This research aimed to evaluate the efficiency of priming technique on *S. lycocarpum* seeds germination and to investigate the physiological alterations caused during the treatment on the embryo and endosperm mycopilar. The seeds were hydroprimed in distilled water and osmoprimered in polyethylene glycol (PEG 8000) solutions at -0,2, -0,4 e -0,8 MPa, for 5, 10 and 15 days at 15, 20 and 25°C, resulting in thirty six treatments with three repetitions of 33 seeds each. After the imbibition periods, the seeds were dried until they reached their storage moisture content (8%) and placed to germinate in the best conditions for the specie. The treatments were evaluated by the germination speed index, time to 50% of germination (T50) and final germination percentage. It was concluded that the imbibition of *S. lycocarpum* seeds in distilled water for 15 days at 15°C promoted an increase on the vigor, i.e., there was a reduction of T50 from 17,3 days (control treatment) to 5 days. So, the hydroprimed seeds presented a higher radicle protrusion speed (4,64) when compared to the control (1,52). Subsequently, it was investigated the relation among the puncture force of the endosperm mycopilar, endo- β -mannanase activity and the increase of fresh weight of the embryo during the hydropriming for 15 days at 15°C. It was observed a decrease of the force required for the embryo to puncture the endosperm along the imbibition, while the enzyme activity increased. The fresh weight of the embryo increased only after de the hydropriming. It's suggested that the hydropriming affects the weakening of the endosperm mycopilar followed by the increase in fresch weight of the embryo after the hydropriming, promoted the break of dormancy caused by the endosperm.

* Guidance Committee: Dr. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva – UFLA (Adviser), Dr. Antonio Cláudio Davide – UFLA.

3 INTRODUÇÃO

Estratégias para favorecer a germinação e o desenvolvimento inicial de diversas espécies têm sido investigadas há alguns anos, destacando-se as florestais nativas que apresentam germinação baixa e desuniforme, além de necessitar de um tempo prolongado para germinar.

Priming é uma tecnologia utilizada com o objetivo de aumentar a germinabilidade das sementes. A proposta geral da técnica envolve a hidratação controlada de sementes, suficiente para promover atividades pré-metabólicas nas fases iniciais da germinação (fase I e II), sem, contudo, permitir a protrusão da radícula (fase III), podendo as sementes ser secas para grau de umidade anterior à hidratação (Heydecker, 1973; Karssen et al., 1989; McDonald, 1998; Powel et al., 2000). Os benefícios do *priming* são constatados depois da reidratação. Em geral, o tratamento causa redução da fase II, porque parte da preparação para entrada na fase III não precisa ser repetida (Karssen et al., 1989), de modo que a germinação subsequente será mais rápida e sincronizada (Powel, 1998, Karssen et al., 1989).

A eficiência da técnica é influenciada pela interação de diferentes fatores, incluindo a espécie, o potencial hídrico da solução, a duração do tratamento, a temperatura e o efeito da secagem, após o tratamento (Parera & Cantliffe, 1994; Badek et al.; 2006).

Vários tratamentos de *priming* têm sido utilizados para aumentar taxa de germinação. As técnicas mais comuns incluem osmocondicionamento/*osmopriming* (pré-embebição das sementes em uma solução osmótica, com o uso de agentes, como polietileno glicol) e o hidrocondicionamento/*hidropriming* (pré-embebição das sementes em água). O hidrocondicionamento contribui significativamente para aumentar a germinação e o desenvolvimento inicial de

diferentes espécies de plantas. Pesquisas recentes destacam sua eficiência em sementes de espécies arbóreas, como *Peltophorum dubium* (Perez & Negreiros, 2001), *Cássia excelsa* (Jeller & Perez, 2003), *Parkia pendula* (Pinedo e Ferraz, 2008) e de hortaliças, como tomate (Venkatasubramanian & Umarani, 2007), lentilha (Ghassemi-Golezani et al., 2008) e couve-flor (Marcos Filho & Kikuti, 2008) e cereais, como milho (Nagar et al., 1998, Dezfuli et al., 2008) e arroz (Farooq et al., 2006).

Diversos eventos metabólicos são ativados durante o *priming* e contribuem para a melhoria da germinação subsequente. Os benefícios têm sido associados à ativação de mecanismos de reparos macromolecular e do sistema de membranas, incremento nas atividades enzimáticas, mobilização de açúcares e proteínas (Srinivasan et al., 1999; McDonald, 1998) e também superação de dormência (Marcos Filho, 2005). Bradford (1986) sugeriu que o *priming* promove um acúmulo de solutos no decorrer do processo, resultando em um maior potencial de turgor do embrião durante a reidratação das sementes, o que resultaria na emergência da radícula em menor tempo.

O enfraquecimento do endosperma micropilar tem sido proposto como mecanismo que controla a germinação de tomate (Toorop, 1998) e de *S. lycocarpum* (Pinto et al., 2007). Endo- β -mananase é uma enzima envolvida com o enfraquecimento do endosperma micropilar de tomate (Still & Bradford, 1997; Still et al., 1997; Toorop, 1998) e de lobeira (Pinto et al., 2007). Still & Bradford (1997) e Toorop (1998) mostraram que sementes de tomate desenvolveram atividade de endo- β -mananase durante o *priming*. A força de ruptura do endosperma micropilar decresceu durante o *priming* e correlacionou-se com o aumento da atividade da enzima (Toorop, 1998).

Solanum lycocarpum St. Hil, conhecida popularmente como lobeira, pertence à família Solanaceae, sendo encontrada com abundância no bioma Cerrado (Oliveira Filho & Oliveira, 1988; Lorenzi, 2000). Apresenta porte arbóreo ou arbustivo grande (Lorenzi, 2000). Tem importância ecológica nesse

ecossistema por servir de alimento para o lobo-guará (*Chrysocyon brochyurus*) e outros mamíferos e roedores (Almeida et al., 1998; Rodrigues, 2002), além de possuir propriedades medicinais (Almeida et al.; 1998). Os frutos da espécie são comestíveis, muito aromáticos e utilizados para o preparo de doces (Silva et al., 1994) além de representarem uma alternativa como fonte de nutrientes (Oliveira Junior, 2002). *S. lycocarpum*, considerada pioneira para o reflorestamento, se destaca pelo rápido crescimento e desenvolvimento em condições desfavoráveis, tais como estresse hídrico, terras ácidas e pobres em nutrientes (Vidal et al., 1999). Apresenta, portanto, potencial para ser utilizada em programas de recuperação de áreas alteradas.

Todavia, *S. lycocarpum* possui dormência imposta pela resistência do endosperma micropilar ao crescimento da radícula (Pinto et al., 2007), o que contribui para uma emergência desuniforme e lenta da germinação. De acordo com os mesmos autores, para que ocorra a germinação em sementes de *S. lycocarpum* é necessário o enfraquecimento do endosperma micropilar, assim como o crescimento do embrião.

Portanto, considerando a importância ecológica da espécie e o seu potencial para ser utilizada em recuperação de áreas alteradas, este trabalho foi realizado com os objetivos de: a) definir um protocolo de *priming* com o objetivo de incrementar a germinação e a uniformidade de sementes de *S. lycocarpum* e b) verificar as alterações que ocorrem no embrião e no endosperma micropilar de sementes de *S. lycocarpum*, durante o tratamento de *priming*.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Coleta dos frutos e preparo das sementes

Os frutos de *S. lycocarpum* foram coletados de vinte matrizes, após a dispersão natural, em setembro de 2007, em áreas de ocorrência natural da espécie no município de Lavras, MG, à altitude de 919 metros (Brasil, 1992b), latitude de 21°14' S e longitude de 45°00' W GRW. Posteriormente, foram transportados para o galpão de beneficiamento de sementes florestais da Universidade Federal de Lavras. Aqueles que se encontravam amolecidos foram beneficiados por meio da retirada da polpa e da passagem da mesma em peneiras, sob água corrente, para a separação das sementes. Em seguida, efetuou-se a secagem das sementes até atingirem o grau de umidade de equilíbrio (8%), conforme item 4.2. Finalmente, as sementes foram mantidas em sacos plásticos selados, dentro da câmara fria ($5^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$), até o início dos experimentos.

4.2 Determinação do grau de umidade

O grau de umidade foi determinado pelo método de estufa, a $105^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$, por 17 horas. Foram utilizadas 4 repetições de 10 sementes e os resultados foram expressos em porcentagem média de umidade (Brasil, 1992a).

4.3 Condicionamento das sementes

Inicialmente, as sementes tiveram suas superfícies desinfestadas com hipoclorito de sódio 1%, por 10 minutos. Posteriormente, 120 sementes foram distribuídas em placas de Petri de 90 mm de diâmetro, contendo duas folhas de papel de germinação, umedecidas com 10 mL de solução PEG 8000, em concentrações capazes de desenvolver potenciais hídricos de 0,0 (água pura), 0,2, -0,4, e -0,8 (MPa), em três períodos de embebição (5, 10 e 15 dias) e em três temperaturas, totalizando 36 tratamentos. Os potenciais hídricos das

soluções de PEG foram preparados de acordo com a fórmula de Michel & Kaufman (1973). Os tempos de embebição foram estabelecidos levando-se em consideração as fases da curva de embebição da espécie, de acordo com trabalho de Pinto et al. (2007). As placas foram acondicionadas em câmaras de germinação, nas temperaturas de 15°, 20° e 25°C, permanecendo nos períodos estabelecidos, na ausência de luz. Para que as sementes permanecessem expostas a níveis constantes dos potenciais osmóticos das soluções, durante o experimento, foram transferidas, a cada três dias, para outras placas de Petri forradas com papel germinação recém-umedecido, nas respectivas soluções testes.

Após completarem cada período de condicionamento nas três temperaturas, as sementes foram retiradas do condicionamento e lavadas em água corrente para eliminar os resíduos da solução da PEG, por, aproximadamente, 2 minutos. Em seguida, uma amostra (3 repetições de 8 sementes) foi tomada para a determinação da porcentagem de umidade em que as sementes se encontravam no final de cada tempo de embebição, conforme item 2.2. Para a secagem, as sementes foram acondicionadas em câmara de germinação tipo BOD, à temperatura de 20°C, dentro de caixas tipo gerbox, às quais se adaptou uma tela de alumínio, sobre a qual foram dispostas as sementes após a adição de solução saturada de cloreto de magnésio (30% UR), ao fundo de cada gerbox. As caixas foram seladas e mantidas na câmara por, aproximadamente, 17 horas, até as sementes atingirem o grau de umidade anterior à embebição, aproximadamente 8%. Em seguida, foram avaliadas quanto à qualidade fisiológica, por meio da porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e tempo necessário para 50% de germinação (T50).

Utilizou-se uma testemunha (semente seca, sem qualquer pré-tratamento de embebição), para a comparação com as sementes condicionadas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial $(4 \times 3 \times 3) + 1$ (4 potenciais hídricos, 3 períodos de embebição e 3 temperaturas) e uma testemunha, com 3 repetições de 33 sementes.

4.3.1 Testes para avaliar a qualidade fisiológica

Primeiramente, antes do teste de germinação, as sementes foram mantidas em câmara úmida para retardar a taxa de absorção inicial de água, evitando-se, assim, possíveis danos por rápida embebição. A câmara úmida foi montada com uso de caixas tipo gerbox, às quais se adaptou uma tela de alumínio e sobre esta foram dispostas as sementes, após a adição de 20 mL de água ao fundo de cada gerbox. As caixas foram seladas e mantidas em BOD à 25°C, por 48 horas. Após este período, foram desinfestadas novamente com hipoclorito de sódio 1%, por 10 minutos. A germinação de germinação foi conduzida em câmara de germinação BOD regulada sob luz e temperaturas alternadas de 20° a 30°C, a cada 12 horas. De acordo com Pinto et al. (2007), esta foi a condição ótima para a germinação das sementes de *S. lycocarpum*.

As sementes foram colocadas para embeber, entre folhas de papel de germinação, em placas de Petri de 90mm de diâmetro, umedecidas com água destilada, até a saturação do papel. Os experimentos de germinação foram monitorados diariamente, considerando-se semente germinada aquela cuja raiz primária atingiu 1mm de comprimento. A germinação foi avaliada por meio da porcentagem final de germinação e o vigor, pelo índice de velocidade de germinação (IVG), de acordo com a fórmula de Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Nn}$$

em que:

G1, G2,... Gn = número de sementes com radículas emergidas, computadas na primeira contagem, segunda contagem,... , última contagem.

N1, N2,... Nn = número de dias de semeadura à primeira, segunda,..., última contagem.

O tempo necessário para as sementes atingirem 50% de germinação (T50) foi determinado por meio da expressão proposta por Guimarães (2000).

4.4 Força de ruptura

Para avaliar a força necessária para o embrião romper o endosperma micropilar, seguiu-se a metodologia utilizada por da Silva et al. (2004) e Pinto et al. (2007). Sementes secas (controle) e sementes pré-condicionadas em água destilada, durante 15 dias, à temperatura de 15°C, com posterior secagem de acordo com item 4.3, foram postas para germinar na condição ótima para espécie de luz e temperatura alternada de 20°/30°C, a cada 12 horas, por 1, 4, 8, 12, 16, 20, 24 e 28 dias. Adicionalmente, a força também foi avaliada em sementes durante o período de condicionamento em água destilada por 16 dias, em intervalos de 4 dias.

Após cada intervalo definido anteriormente, a força foi medida utilizando-se o aparelho texturômetro (Estable Mycosystemens Texture Analyser) do laboratório de Microestrutura e Arquitetura Alimentar do Departamento de Ciências dos Alimentos da UFLA. Na parte superior do aparelho foi acoplada uma sonda de ponta esférica e, na sua base, um bloco de polivinil, com um orifício de 2mm de diâmetro. O endosperma micropilar das sementes secas e submetidas ao condicionamento fisiológico foi removido por meio de um bisturi e o embrião foi retirado, evitando-se possíveis danos ao endosperma micropilar. Em seguida, o endosperma micropilar foi posicionado na sonda e perfurado pela mesma. A penetração da sonda foi possível devido ao movimento vertical desta para baixo. A força requerida para a ruptura do endosperma, expressa em Newton (N), foi utilizada como um parâmetro de

resistência mecânica do endosperma micropilar ao alongamento do embrião durante a germinação das sementes secas (controle) e das sementes submetidas ao condicionamento.

O dado de resistência foi obtido da média de 30 sementes individuais retiradas de forma aleatória, após cada intervalo já citado.

4.5 Quantificação da atividade da enzima endo- β -mananase

Para a extração e a quantificação da atividade da enzima endo- β -mananase, foram utilizadas 3 repetições de 10 endospermas micropilares isolados de sementes ao longo dos 16 dias de hidrocondicionamento, sob 15°C, em intervalos de 4 dias.

A extração da enzima foi feita com 70 μ M de tampão de extração Hapes (0,1M pH 8,0), com 0,5M de NaCl. A atividade de endo- β -mananase foi analisada em gel de 0,75mm de espessura, contendo 0,5% (peso/volume) de *locust bean gum* (Sigma), em tampão McIlvaine (pH 5,0) e 0,8% de agarose tipo III-A (Sigma). O gel foi disposto sobre *gelbond film* (Pharmacia) e perfurado de modo a obterem-se orifícios de tamanho suficiente para receber a aplicação de 2 μ l do estrato da amostra. O gel foi colocado em uma BOD úmida, sob 25°C, por 21 horas e, em seguida, revelado segundo metodologia proposta por Silva et al. (2004) e Pinto et al. (2004). A atividade da enzima foi verificada pela ocorrência de círculos brancos no gel. Para a quantificação da endo- β -mananase, foi calculada a média das medidas do diâmetro de cada amostra em duas direções, com um paquímetro digital. O cálculo da atividade de endo- β -mananase nas amostras foi feita por meio de comparação com uma curva padrão gerada com endo- β -mananase de *Aspergillus niger* (Megazyme, North Rocks, Sydney, Austrália).

4.6 Peso fresco dos embriões

Para avaliar o peso fresco, dez embriões tiveram seu peso monitorado. Sementes secas (controle) e sementes pré-condicionadas em água destilada, durante 15 dias, na temperatura de 15°C, com posterior secagem de acordo com item 4.3, foram postas para germinar na condição ótima para espécie de luz e temperatura alternada de 20°/30°C, a cada 12 horas. Os embriões foram isolados, a cada 2 dias, e pesados em balança de precisão. Adicionalmente, os embriões também foram isolados de sementes durante o período de condicionamento em água destilada, por 15 dias, em intervalos de 2 dias.

4.7 Análise estatística

O experimento referente ao item 4.3 foi instalado segundo um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os tratamentos estavam arrançados em um esquema fatorial 4 x 3 x 3 (4 níveis de potencial hídrico, 3 tempos de embebição e 3 temperaturas de condicionamento) mais 1 tratamento adicional (sementes secas/controle).

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se rotinas do software Statistical Analysis System (SAS, 1999). A combinação dos níveis dos fatores (potencial hídrico, tempo de embebição da semente e temperatura de condicionamento) foi considerada como tratamentos e comparada à média do tratamento adicional por meio do teste Dunnett, com nível nominal de significância de 5%. Os níveis dos fatores tempo de embebição da semente e temperatura de condicionamento, quando significativos, foram comparados, pelo teste Scott-Knott, com o mesmo nível nominal de significância e o efeito de potencial hídrico, quando significativo, teve suas médias ajustadas por regressão polinomial.

Já os dados referentes ao item 4.4 foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa Sisvar 4.3 (Furtado, 2000).

Realizou-se o ajuste de equações de regressão para descrever a relação da força de ruptura do endosperma micropilar em função da atividade da enzima endo- β -mananase, utilizando-se o programa SigmaPlot2000.

5 RESULTADOS

5.1 Efeitos do *priming* sobre a germinação

5.1.1 Porcentagem de germinação

Analisando-se os dados referentes à porcentagem de germinação de sementes de *S. lycocarpum*, verificou-se que não houve efeito significativo para interação tripla entre os fatores tempo de condicionamento x potencial hídrico e temperatura (Tabela 1A – Anexos). Porém, o potencial hídrico interferiu no percentual final de germinação, tendo os dados se ajustado ao modelo quadrático, com menores valores quando as sementes foram condicionadas em soluções de baixo potencial hídrico (Figura 1).

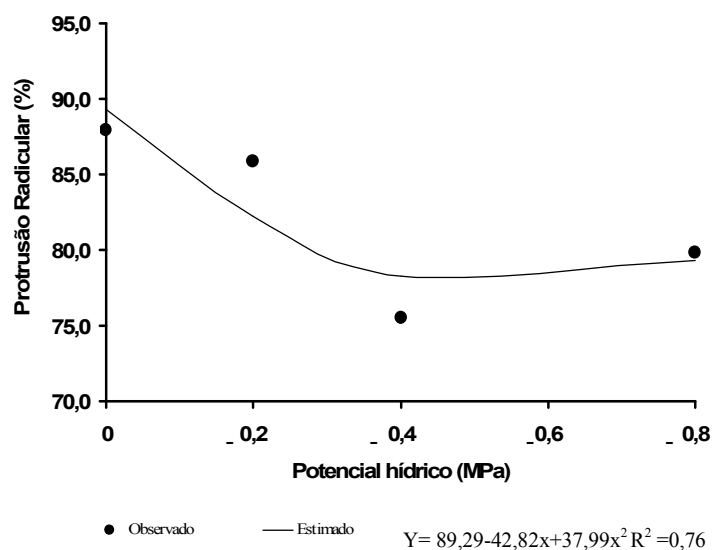


FIGURA 1 Valores médios, observados e estimados, de porcentagem de germinação, em função dos potenciais hídricos.

No entanto, quando a média dos tratamentos em esquema fatorial foi comparada à média do tratamento adicional (Tabela 1), ou seja, sementes secas, sem qualquer tratamento de pré-embebição, não se evidenciou diferença estatística entre a porcentagem de germinação de cada tratamento isolado em relação ao adicional/controle.

TABELA 1 Valores médios da porcentagem de germinação (%), em função dos tempos de embebição da semente, temperatura e potenciais hídricos comparados à porcentagem de germinação do tratamento adicional.

Tempo (Dias)	Temperatura (°C)	¹ Médias (valor <i>p</i>)			
		0,0 MPa	-0,2 MPa	-0,4 MPa	-0,8 MPa
5	15	89 (0,4167)	90 (0,4167)	79 (0,9995)	87 (0,5932)
	20	90 (0,3402)	83 (0,9215)	85 (0,7778)	88 (0,5018)
	25	92 (0,2166)	74 (0,9999)	81 (0,9874)	70 (0,9999)
10	15	86 (0,6871)	88 (0,5018)	79 (0,9995)	79 (0,9995)
	20	89 (0,4167)	93 (0,1690)	72 (0,9999)	78 (0,9999)
	25	88 (0,5018)	92 (0,2166)	67 (0,9999)	73 (0,9999)
15	15	91 (0,1894)	88 (0,5018)	64 (0,9999)	77 (0,9999)
	20	85 (0,7778)	85 (0,7778)	83 (0,9215)	87 (0,5932)
	25	81 (0,9874)	82 (0,9642)	71 (0,9999)	81 (0,9874)
Adicional/Controle		71			

1- Média com valor *p* maior que 0,0500 não difere da média do tratamento adicional, pelo teste Dunnett.

Assim, constatou-se que, pelo parâmetro porcentagem de germinação, não foi possível evidenciar os efeitos do *priming* para as sementes de *S. lycocarpum*. Embora os diferentes tratamentos de *priming* não tenham apresentado efeito sobre o percentual de germinação no presente estudo, não foram observados também efeitos prejudiciais dos mesmos sobre esse parâmetro, quando comparados ao tratamento controle, que apresentou percentual de 71% de germinação.

5.1.2 Índice de velocidade de germinação (IVG)

Para o IVG, verificou-se efeito significativo para os fatores estudados e suas interações (Tabela 2 A – Anexos).

De acordo com os dados da Tabela 2, por meio da análise de cada combinação de potencial hídrico e tempo de embebição nas diferentes temperaturas, verificou-se que, quando as sementes de *S. lycocarpum* foram condicionadas em água (0,0), obtiveram-se três níveis de qualidade na temperatura de 15°C, ou seja, o aumento no tempo de embebição elevou o IVG, atingindo valores de 1,34; 2,43 e 4,64, quando as sementes foram condicionadas por 5 dias, 10 dias e 15 dias, respectivamente. No entanto, essa diferença não foi observada quando as sementes foram condicionadas nas temperaturas de 20°C e 25°C. Com relação à interação entre as temperaturas e os tempos de embebição, observou-se que não houve efeito significativo com 5 dias; já para 10 dias de embebição; a temperatura de 20°C proporcionou maior vigor, seguida das temperaturas de 15°C e 25°C. Aos 15 dias, vigor superior foi observado a 15°C, em relação às demais temperaturas.

No potencial hídrico -0,2 MPa, nas temperaturas de 15°C e 20°C, observou-se vigor superior quando as sementes ficaram embebidas durante 15 dias. Já para a temperatura de 25°C, não houve efeito significativo nos diferentes tempos de embebição. Comparando-se as temperaturas, dentro de cada tempo de embebição, constata-se que não houve efeito significativo com 5 dias e 10 dias;

já com 15 dias; maior vigor foi observado com 15°C, em relação às demais temperaturas.

Para os potenciais hídricos de -0,4 e -0,8 MPa, os resultados não foram consistentes e, de maneira geral, não houve efeito significativo. Observou-se, ainda, que, com a redução do potencial hídrico e o aumento da temperatura, houve diminuição do IVG nos diferentes tempos de embebição.

Os modelos de regressão ajustados para as diferentes temperaturas e tempos de embebição, em função dos potenciais hídricos, encontram-se na Figura 1A (anexo).

TABELA 2 Valores médios de IVG, em número de plântulas por dia, em função das temperaturas de condicionamento, tempos de embebição da semente e potenciais hídricos.

Potencial hídrico (MPa)	Temperatura (°C)	¹ Tempo de embebição		
		5 dias	10 dias	15 dias
0,0	15	1,34 c A	2,43 b B	4,64 a A
	20	1,28 b A	3,45 a A	2,94 a B
	25	1,71 a A	1,81 a C	2,06 a C
-0,2	15	1,37 b A	1,17 b A	2,15 a A
	20	0,95 b A	1,05 b A	1,68 a B
	25	0,89 a A	1,22 a A	1,34 a B
-0,4	15	1,23 b A	1,81 a A	1,20 b A
	20	1,71 a A	0,97 b B	1,04 b A
	25	1,18 a A	1,00 a B	0,97 a A
-0,8	15	1,32 a A	1,46 a A	1,30 a A
	20	1,33 a A	0,85 a B	0,89 a A
	25	0,74 a B	0,77 a B	0,77 a A
Erro-padrão da média		0,18		

1. Média seguidas de mesma letra minúscula na linha, e maiúscula na coluna, dentro de cada combinação (Potencial-Tempo), não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott, a 5% de significância.

Quando a média dos tratamentos em esquema fatorial foi comparada à média do tratamento adicional (controle), não houve interação significativa (Tabela 2A – Anexos). No entanto, quando os tratamentos foram analisados isoladamente em relação ao adicional, houve diferenças (Tabela 3). Notou-se que o condicionamento das sementes de *S. lycocarpum* em água (0,0) por 15 dias, nas temperaturas de 15°C e 20°C e por 10 dias, nas temperaturas de 15°C e 20°C, apresentou o maior índice de velocidade de protrusão radicular, em comparação ao controle/adicional.

TABELA 3 Valores médios de IVG, em função dos tempos de embebição, temperaturas de condicionamento e potenciais hídricos, comparados ao IVG médio do tratamento adicional.

Tempo (Dias)	Temperatura (°C)	¹ Médias (valor <i>p</i>)			
		0,0 MPa	-0,2 MPa	-0,4 MPa	-0,8 MPa
5	15	1,34 (0,9999)	1,37 (0,9999)	1,23 (0,9958)	1,32 (0,9999)
	20	1,28 (0,9998)	0,95 (0,4074)	1,71 (0,9999)	1,33 (0,9999)
	25	1,71 (0,9999)	0,89 (0,2664)	1,18 (0,9685)	0,74 (0,0727)
10	15	2,43 (0,0221)	1,17 (0,9594)	1,81 (0,9960)	1,46 (0,9999)
	20	3,45 (0,0001)	1,05 (0,6844)	0,97 (0,4390)	0,85 (0,2012)
	25	1,81 (0,9961)	1,22 (0,9919)	1,00 (0,5308)	0,77 (0,1037)
15	15	4,64 (0,0001)	2,15 (0,2746)	1,20 (0,9825)	1,30 (0,9999)
	20	2,94 (0,0001)	1,68 (0,9999)	1,04 (0,6499)	0,89 (0,2713)
	25	2,06 (0,4913)	1,34 (0,9999)	0,97 (0,4391)	0,77 (0,1036)
Adicional/Controle		1,52			

1- Média com valor *p* maior que 0,0500 não difere da média do tratamento adicional, pelo teste Dunnett.

5.1.3 Tempo médio para a ocorrência de 50% de germinação (T50)

Para o vigor das sementes, medido pelo T50, verifica-se que os três fatores estudados e suas interações afetaram significativamente o tempo necessário para as sementes de *S. lycocarpum* atingirem 50% de germinação (Tabela 3A - Anexos).

TABELA 4 Valores médios de tempo (dias) para 50% de germinação (T50), em função das temperaturas de condicionamento, tempos de embebição da semente e potenciais hídricos.

Potencial hídrico (MPa)	Temperatura (°C)	¹ Tempo de embebição		
		5 dias	10 dias	15 dias
0,0	15	25 c B	14 b B	5 a A
	20	28 b B	8 a A	9 a A
	25	18 a A	19 a B	19 c B
-0,2	15	24 b A	27 b A	16 a A
	20	33 b B	33 b B	19 a A
	25	31 b B	25 a A	20 a A
-0,4	15	24 a B	22 a A	17 a A
	20	18 a A	29 b B	27 b B
	25	25 a B	23 a A	26 a B
-0,8	15	21 a A	20 a A	20 a A
	20	24 a A	35 b B	35 b B
	25	35 a B	36 a B	35 a B
Erro padrão da média		2,05		

Média seguidas de mesma letra minúscula na linha, e maiúscula na coluna, dentro de cada combinação (Potencial-Tempo), não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott, a 5% de significância

De forma semelhante ao observado para o IVG, quando as sementes foram condicionadas em água (0,0), à temperatura de 15°C, verificaram-se três níveis de qualidade para o T50, tendo os valores diminuído conforme aumentou-se o tempo de embebição, levando 25, 14 e 5 dias para atingir 50% de

germinação, quando ficaram expostas por 5, 10 e 15 dias ao condicionamento, respectivamente. Quando expostas à temperatura de 20°C, por 10 e 15 dias, também se notou redução dos valores de T50, para 8 e 9 dias, respectivamente, apesar não haver diferença estatística entre ambos (Tabela 4).

Quando condicionadas em soluções de potencial hídrico mais negativo, a -0,2 MPa verificou-se redução mais expressiva do T50, quando as sementes foram expostas à solução por um período de 15 dias, independente da temperatura de condicionamento. Já quando expostas às soluções com potencial hídrico de -0,4 e -0,8 MPa, constatou-se que, dentro de cada temperatura, não houve diferença entre os tempos de embebição (linhas), exceto quando essas foram condicionadas, por 5 dias, à temperatura de 20°C. No entanto, quando se compararam as três temperaturas dentro de cada tempo de embebição (colunas), de modo geral, quanto mais elevada a temperatura, maior é tempo necessário para as sementes atingirem 50% de germinação (Tabela 4).

Os modelos de regressão ajustados para o T50, nas diferentes temperaturas e tempos de embebição, em função dos potenciais hídricos, podem ser visualizados na Figura 2A (Anexo).

A interação fatorial e adicional apresentou significância (Tabela 3A – Anexos). No entanto, quando se comparou isoladamente cada tratamento ao adicional, verificou-se que somente quando as sementes foram condicionadas em água à temperatura de 15°C, o valor do T50 foi menor que o tratamento controle, ou seja, esse tratamento foi eficiente em reduzir o tempo para 5 dias em relação ao observado no tratamento controle, que foi 17 dias (Tabela 5).

Os resultados obtidos com relação à qualidade fisiológica das sementes submetidas ao *priming* indicaram, portanto, que o condicionamento em água destilada (hidrocondicionamento) por um período de 15 dias, sob 15°C, promoveu efeitos positivos sobre o vigor das sementes, expressos pelos resultados do IVG e T50. Assim, avaliou-se o efeito desse tratamento sobre o

embrião e o endosperma micropilar nas sementes de *S. lycocarpum*, nos experimentos seguintes.

TABELA 5 Valores médios de tempo (dias) para 50% de germinação (T50), em função das temperaturas de condicionamento, tempos de embebição da semente e potenciais hídricos, comparados à porcentagem de germinação do tratamento adicional.

Tempo (Dias)	Temperatura (°C)	¹ Médias (valor <i>p</i>)			
		0,0 MPa	-0,2 MPa	-0,4 MPa	-0,8 MPa
5	15	25 (0,1586)	24 (0,3072)	24 (0,2669)	21 (0,9224)
	20	28 (0,0116)	33 (0,0001)	18 (0,9999)	24 (0,3459)
	25	18 (0,9999)	31 (0,0004)	25 (0,1450)	35 (0,0001)
10	15	14 (0,9960)	27 (0,0288)	22 (0,8434)	20 (0,9996)
	20	8 (0,0823)	33 (0,0001)	29 (0,0034)	35 (0,0001)
	25	19 (0,9999)	25 (0,1121)	23 (0,4132)	36 (0,0001)
15	15	5 (0,0021)	16 (0,9999)	17 (0,9999)	20 (0,9995)
	20	9 (0,1555)	19 (0,9999)	27 (0,0290)	35 (0,0001)
	25	19 (0,9999)	20 (0,9990)	26 (0,0668)	35 (0,0001)

Adicional/Controle

17

¹ Média com valor *p* maior que 0,0500 não difere da média do tratamento adicional, pelo teste Dunnett

5.2 Influência do hidrocondicionamento no endosperma micropilar e embrião

5.2.1 Força de ruptura do endosperma micropilar

A força de ruptura registrada para as sementes, ao longo dos 16 dias de hidrocondicionamento, a 15°C, iniciou-se com valor de 2,18 N no início do condicionamento das sementes (1 dia) e apresentou redução dos valores até atingir 1,58 N, no final da embebição (16 dias) (Figura 2-A).

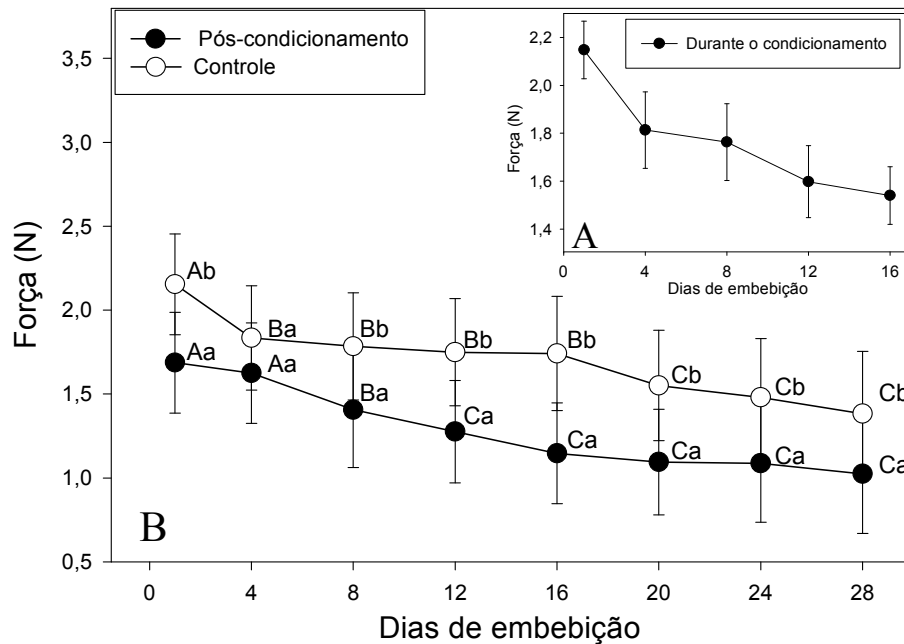


FIGURA 2 (A) Força registrada para a ruptura do endosperma micropilar de sementes de *S. lycocarpum*, ao longo dos 16 dias de hidrocondicionamento e (B) força requerida para a ruptura do endosperma micropilar de sementes sem tratamento de pré-embebição (controle) ou pós-hidrocondicionamento. Pontos representam as médias de 30 medições e as barras representam os desvios padrões. Médias seguidas pela mesma letra minúscula comparam entre os tratamentos (pós-condicionamento ou controle) e seguidas pela mesma letra maiúscula, comparam dentro dos tratamentos, não diferindo entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A força de ruptura de sementes sem tratamento de pré-embebição (controle) e de sementes pós-condicionamento, a 15°C, apresentou redução significativa em seus valores, ao longo dos 28 dias do teste de germinação, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância (Figura 2-B).

Para as sementes pós-condicionamento, a força iniciou-se com 1,62 Newton (N), após um dia de embebição e apresentou dois estágios de queda. O primeiro estágio ocorreu do quarto dia de embebição até o oitavo dia, com valores, respectivamente, de 1,59 e 1,40 N e o segundo estágio ocorreu a partir do oitavo dia de embebição até o décimo segundo. A partir daí, a força manteve-se inalterada, estatisticamente, até o final da embebição, com valores em torno de 1,20 N.

Já para as sementes do tratamento controle, a força foi de 2,15 N, após 1 dia de embebição e diminuiu significativamente, até 1,80 N, no quarto dia de embebição. A partir daí, manteve-se inalterada até o décimo sexto dia, com valores em torno de 1,74 N. A partir desse ponto, apresentou queda acentuada significativa, atingindo 1,57 N no vigésimo dia, sem redução significativa em seus valores até o final da embebição. Assim, também foram observados dois estágios de queda na força de ruptura.

Quando se compara o resultado da força de ruptura do endosperma micropilar entre as sementes do controle e pós-hidrocondicionamento, verificou-se que, em todos os pontos, exceto quatro dias, a força foi significativamente menor nas sementes que sofreram o tratamento. Salienta-se, ainda, que a força iniciou-se com valor próximo ao registrado no último dia de embebição, durante o condicionamento, em torno de 1,58 N (Figura 2-A), comprovando que, ao longo dos 16 dias de hidrocondicionamento, ocorre o enfraquecimento do endosperma micropilar, de modo que quando as sementes são novamente

reidratadas, a força necessária para o embrião rompê-lo mostrou-se significativamente menor.

5.2.2 Atividade de endo- β -mananase e correlação com a força de ruptura durante o hidrocondicionamento

Sementes de *S. lycocarpum* desenvolveram atividade da enzima endo- β -mananase durante o hidrocondicionamento, a 15°C. A atividade iniciou-se no quarto dia de embebição e apresentou aumento em seus valores ao longo dos 16 dias de hidrocondicionamento (Figura 3-A). A força de ruptura do endosperma micropilar das sementes ao longo dos 16 dias de hidrocondicionamento apresentou correlação linear negativa significativa com o aumento da atividade da enzima endo- β -mananase, com valor de $R^2=0,96$ (Figura 3-B).

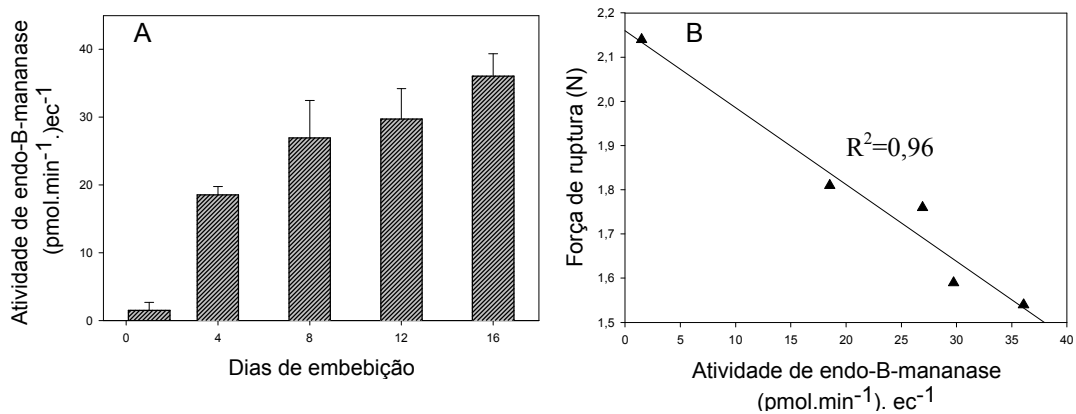


FIGURA 3 (A) Atividade da enzima endo- β -mananase em endospermas micropilares de sementes durante o hidrocondicionamento. Os dados correspondem à média de três repetições e as barras representam os desvios padrões. (B) Regressão linear entre a força de ruptura de endospermas micropilares e atividade da enzima endo- β -mananase de sementes de *S. lycocarpum*, durante o hidrocondicionamento, por 16 dias, sob 15°C.

5.2.3 Peso fresco do embrião

Embriões isolados de sementes, após terem sido submetidas ao hidrocondicionamento em água destilada durante 15 dias, sob 15°C, posteriormente secas e postas para germinar na condição ótima para espécie, tiveram ganho de peso mais acentuado e mais rápido que resultou, conseqüentemente, na antecipação da protrusão da radícula, quando comparados aos embriões isolados das sementes do controle (Figura 4).

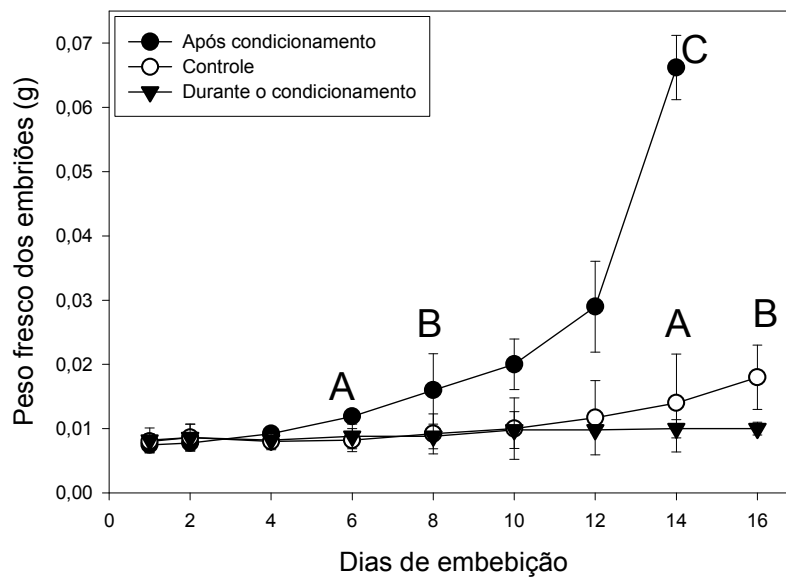


FIGURA 4 Ganho de peso fresco de embriões de *S. lycocarpum* isolados de sementes sem tratamento de pré-embebição (controle) ou após e durante o hidrocondicionamento. Os pontos representam a média do peso de 10 embriões. A letra A corresponde a sementes com tegumento rompido; B – 50% das sementes germinadas e C - plântula. Observe que, durante os 16 dias de condicionamento, não houve ganho de peso fresco do embrião e, conseqüentemente, não ocorreu germinação.

Aos seis dias de embebição, os embriões de sementes condicionadas apresentaram aumento do peso fresco, que foi seguido do rompimento do tegumento das sementes (ponto A), enquanto as sementes do tratamento controle, nesse mesmo período, ainda não apresentavam nenhuma modificação morfológica externa. Após o rompimento do tegumento, as sementes condicionadas ainda precisaram permanecer por mais dois dias em condição de germinação, para alcançar 50% de germinação, com novo aumento de peso dos embriões (ponto B). Para chegarem a esse ponto, as sementes requereram 8 dias enquanto as sementes do tratamento controle requereram 16 dias. Após a protrusão da radícula, as sementes condicionadas ainda permaneceram sob condições de germinação, com crescente ganho de peso dos embriões, até atingirem o estágio de plântula, 14 dias após o início da embebição (ponto C). Já os embriões isolados de sementes, ao longo dos 16 dias de condicionamento em água destilada a 15°C, não apresentaram aumento significativo de peso, logo, não apresentaram rompimento do tegumento e nem protrusão radicular, nessa condição.

6 DISCUSSÃO

O desempenho do percentual final de germinação de sementes de *S. lycocarpum* não foi afetado pelos diversos tratamentos de condicionamento (Tabela 1). Assim, por meio desse parâmetro, não foi possível verificar os benefícios do *priming* para as sementes de *S. lycocarpum*.

Na literatura, tem sido ressaltado, com grande frequência, que o condicionamento, geralmente, não promove alteração da porcentagem de germinação (Marcos Filho, 2005). Tonin et al. (2005), estudando os efeitos do condicionamento nas sementes de *Pterogyne nitens* Tull, não verificaram tendência de melhoria da porcentagem, tanto com o aumento do tempo de exposição ao condicionamento quanto com a exposição em diferentes temperaturas. Mendonça et al. (2005) também observaram que o condicionamento osmótico não influenciou o percentual de germinação de sementes de *Tripalis americana*. Da mesma forma, Liu et al. (1996), estudando os efeitos do condicionamento osmótico em sementes de tomate, constataram que não houve efeito sobre a porcentagem final de germinação. Em sementes de *Pinus sylvestris* e *Larix decidua*, Naglreiter et al. (2004), apud Naglreiter et al. (2005), reportam, também, que a porcentagem final de germinação não é influenciada pela aplicação do condicionamento osmótico nas sementes dessas espécies florestais.

No entanto, embora os diferentes tratamentos de condicionamento não tenham influenciado o percentual de germinação no presente estudo, não foram observados, também, efeitos prejudiciais dos mesmos sobre esse parâmetro, quando comparados ao resultado do tratamento controle, que apresentou percentual de 70% de germinação (Tabela 1).

Verificaram-se, porém, efeitos dos tratamentos sobre o índice de velocidade de germinação (IVG) e sobre o tempo necessário para 50% das

sementes de *S. lycocarpum* germinarem (T50) (Tabela 2 e 4, respectivamente). Os efeitos benéficos da aplicação da técnica de *priming*, especificamente sobre IVG e T50, são bastante relatados na literatura, para diversas espécies (Farooq et al., 2006; Mavi et al., 2006; Marcos Filho & Kikuti, 2008; Venkatasubramanian & Umarani, 2007; Casenave & Toselli, 2007; Jeller & Perez, 2003; Dezfuli et al., 2008).

O máximo desempenho das sementes condicionadas tem sido obtido por meio de diferentes métodos e combinações entre potenciais hídricos, temperaturas e tempos de condicionamento (Parera & Cantliffe, 1994). Assim, as diferentes técnicas de hidratação podem influenciar a resposta ao condicionamento (Balbinot & Lopes, 2006), não podendo ser generalizadas, pois dependem das características morfofisiológicas das sementes de cada espécie (Nascimento, 2004). Pelos resultados do presente trabalho, pode-se observar que o hidrocondicionamento, por um período de 15 dias sob baixa temperatura, afetou positivamente o vigor das sementes, expresso pelo IVG e tempo necessário para as sementes de *S. lycocarpum* atingirem 50% de germinação.

O condicionamento em água destilada (hidrocondicionamento) aumentou significativamente a qualidade fisiológica das sementes de *S. lycocarpum*, enquanto no condicionamento osmótico, em soluções de baixo potencial hídrico (osmocondicionamento), essas respostas não foram evidenciadas. À medida que houve diminuição no potencial osmótico, de maneira geral, observaram-se aumento dos valores do T50 e diminuição do IVG. Isso pode ser atribuído ao fato de que potenciais hídricos negativos restringem a entrada de água nas sementes, dificultando as atividades metabólicas que suportam os estágios iniciais do processo germinativo, como também comentado por Sguarezi et al. (2001) e por Braz & Rosseto (2008), para sementes de café e por Caseiro et al. (2004), para sementes de cebola.

Além disso, é importante considerar que o uso de PEG como agente osmótico pode apresentar algumas desvantagens, como decréscimo na

solubilidade de oxigênio (Toselli & Casenave, 2002, 2003), que poderia induzir anoxia durante o osmocondicionamento das sementes. Badek et al. (2006) constataram que sementes de tomate apresentaram aumento da velocidade de germinação após terem sido submetidas a tratamentos de pré-embebição em excessiva quantidade de água, quando comparadas às sementes submetidas ao matricondicionamento, em quantidade de água limitada. Estes autores sugeriram, também, que a restrição à entrada de água na semente pode dificultar a iniciação dos eventos responsáveis pela germinação. Ainda nesse sentido, Haigh & Barlow (1987), estudando a germinação pós-condicionamento osmótico em sementes de cenoura, tomate, cebola e sorgo, observaram que o uso de soluções de potencial osmótico maior do que o necessário para inibir a germinação, durante o condicionamento, pode resultar em inversão do processo, necessitando um tempo de distribuição da germinação maior do que o de sementes não tratadas ou tratadas com potencial mais próximo da inibição da germinação.

Com relação às diferentes temperaturas de pré-embebição avaliadas no presente trabalho, o condicionamento a 15°C foi mais eficiente do que a 20° e a 25°C, para incrementar tanto o IVG e reduzir o T50. Essa temperatura também se mostrou eficiente para o hidrocondicionamento de sementes da espécie florestal *Parkia pendula*, em trabalho desenvolvido por Pinedo & Ferraz (2008). De acordo com de Castro et al. (2004), isso poderia ser explicado porque, no condicionamento das sementes, em baixas temperaturas, a embebição é lenta, aumentando a duração da fase II, de acordo com o padrão trifásico de embebição proposto por Bewley e Black (1994), o que permite a ativação de mecanismos de reparo do sistema de membranas, evitando danos causados pela embebição rápida. O condicionamento em baixas temperaturas também proporciona um aumento do limite de tolerância à hipóxia, conforme comentado por Nascimento (2004).

Quanto aos tempos de embebição testados, obtiveram-se melhores resultados, quanto ao IVG e ao T50, após um período de 15 dias de embebição das sementes em água. Esse tempo correspondeu ao período prévio à emergência da radícula durante o teste de germinação na condição ótima de germinação da espécie, de acordo com Pinto et al. (2007). Assim, o condicionamento durante 15 dias foi suficiente para promover a iniciação do metabolismo da germinação em sementes de *S. lycocarpum* que, possivelmente, estabeleceu condições favoráveis ao incremento da germinação.

Portanto, o condicionamento em água, destacando-se o período de 15 dias na temperatura de 15°C, mostrou-se eficiente para aumentar o vigor das sementes de *S. lycocarpum*, ou seja, reduziu o tempo (T50) para 5 dias, em relação ao observado para o controle 17 dias (Tabela 5). Da mesma forma, observou-se maior velocidade de protrusão radicular nesse tratamento (4,64), em comparação às sementes do controle (1,52) (Tabela 3).

Trabalhos recentes têm ressaltado que hidrocondicionamento mostra-se uma tecnologia efetiva para o envigoramento de sementes, corroborando com os resultados do presente estudo. Trabalhando com sementes de lentilha (*Lens culinaris*) condicionada em água por 12 horas, Ghassemi-Golezani et al. (2008) observaram aumento na taxa de emergência de plântulas. Jeller & Perez (2003) avaliaram os efeitos de água e de soluções de PEG 6000 (a -0,2, -0,6 e -0,8MPa) em sementes de *Cassia excelsa* e obtiveram melhores índices de velocidade de emergência condicionando as sementes da espécie em água destilada. Venkatasubramanian & Umarani (2007) hidrocondicionaram sementes de tomate por 48 horas e observaram efeitos positivos sobre o seu vigor. Em *Parkia pendula*, espécie florestal da Amazônia, Pinedo & Ferraz (2008) demonstraram que o hidrocondicionamento por 4 horas, a 15°C, aumentou a velocidade do desenvolvimento das plântulas e a sincronização da germinação em sementes armazenadas. Marcos Filho & Kikuti (2008) apontam que o hidrocondicionamento promoveu efeitos benéficos sobre a velocidade de

germinação e de emergência de plântulas de couve-flor. O hidrocondicionamento por 48 horas foi efetivo para aumentar o vigor das sementes de arroz (Farooq et al., 2006).

Portanto, tendo em vista todas essas considerações, o hidrocondicionamento apresentou-se como um procedimento promissor para favorecer a germinação de *S. lycocarpum* em laboratório e, por ser econômico, prático e de fácil aplicação, pode ser indicado para a espécie.

A sincronização e o aumento da velocidade de germinação após o *priming* podem decorrer de diversas razões, portanto, para um melhor entendimento dos benefícios promovidos pela técnica, mudanças em nível metabólico, induzidas durante a pré-embebição, devem ser consideradas (Wahid et al., 2008), assim como a identificação dos mecanismos fisiológicos envolvidos (Karssen et al., 1989).

Em sementes de *Platysmiscium pubescens*, o osmocondicionamento provocou entumescimento e expansão do eixo embrionário que, associado à alteração de açúcares redutores na parede celular, resulta em aumento do comprimento do eixo embrionário (Borges et al., 2002). Em sementes de tomate, Liptay & Zariffa (1993) observaram que, durante o *priming*, o embrião se expande e comprime o endosperma. A força de compressão do embrião e a atividade de enzimas hidrolíticas sobre a parede das células do endosperma podem enfraquecê-lo, fazendo com que este ganhe flexibilidade, produzindo um espaço livre que facilitará a protrusão da radícula quando as sementes forem novamente reidratadas (Lin et al., 1993). Toorn (1989) demonstrou que atividade da enzima endo- β -mananase se prolonga nas células do endosperma de sementes de aipo durante o *priming*, salientando que o benefício da técnica relaciona-se com o enfraquecimento do endosperma. A queda de resistência do endosperma micropilar em sementes de tomate correlacionou-se com o aparecimento de espaço livre ou de porosidade na parede celular do mesmo, durante o *priming* (Toorop, 1998).

Endo- β -mananase é uma enzima envolvida com a iniciação do metabolismo da germinação de sementes de *S. lycocarpum* (Pinto et al., 2007). De acordo com os mesmos autores, para que ocorra a germinação em sementes da espécie, é necessário o enfraquecimento do endosperma micropilar que ocorre em dois estágios que coincidem como o aumento da atividade de endo- β -mananase. O segundo estágio também é influenciado pelo aumento do potencial de pressão das células do embrião. O hidrocondicionamento das sementes de *S. lycocarpum* foi eficiente em acelerar a velocidade de germinação da espécie, provavelmente por influenciar estes mecanismos.

No presente trabalho, constatou-se que, durante os 15 dias de hidrocondicionamento das sementes de lobeira, houve queda acentuada significativa da força necessária para o rompimento do endosperma (Figura 2-A). As sementes também desenvolveram atividade de endo- β -mananase durante o hidrocondicionamento (Figura 3-A). À medida que houve redução da força de ruptura, verificou-se aumento na atividade da enzima endo- β -mananase (Figura 3-B). Resultados semelhantes foram encontrados por Toorop (1998), em sementes de tomate, em que a força de ruptura do endosperma micropilar decresceu durante o *priming* e correlacionou-se com o aumento da atividade da enzima endo- β -mananase, também envolvida com a iniciação do metabolismo da germinação daquela espécie. Em sementes de alface, Sung et al. (1998) observaram que, durante o condicionamento osmótico, houve menor requerimento de força necessária para o embrião penetrar no endosperma das sementes. Foram observadas também alterações estruturais na região da micrópila.

Assim, o hidrocondicionamento promoveu o enfraquecimento do endosperma micropilar, que coincidiu com o aumento da atividade da enzima. Em consequência, na germinação subsequente, pós-condicionamento, verificou-se que, em todos os pontos, exceto quatro dias, a força de resistência do endosperma foi significativamente menor nas sementes que sofreram o

tratamento, em comparação ao controle (figura 2-B), enfatizando que o efeito do *priming* é no enfraquecimento do endosperma. Resultados semelhantes foram encontrados por Haight (1988), apud Karssen et al. (1989), para sementes de tomate, em que a resistência mecânica do endosperma das sementes submetidas ao *priming* foi menor em comparação às sementes sem tratamento.

Além disso, neste trabalho, constatou-se que não há aumento do peso fresco do embrião no decorrer do hidrocondicionamento, mas somente após, quando as sementes são novamente reidratadas (Figura 4). O aumento do peso fresco das sementes pós-condicionamento indicou que houve crescimento do embrião expressivamente mais acentuado do que nas sementes do tratamento controle, o que resultou da antecipação da protrusão da radícula das sementes submetidas ao tratamento (Figura 4). Resultados semelhantes também foram relatados por Haight (1988), apud Karssen et al. (1989), em sementes de tomate.

De acordo com Bewley (1997), antes da germinação, o potencial osmótico das células da radícula torna-se mais negativo por causa do acúmulo de solutos, possivelmente como resultado da hidrólise de reservas presentes dentro das próprias células da radícula. Esse decréscimo no potencial osmótico faz com que a entrada de água ocorra mais rapidamente nas células do embrião, favorecendo sua expansão. Bradford (1986) sugere que o *priming* promove um acúmulo de solutos no decorrer do processo, resultando em um maior potencial de turgor do embrião durante a reidratação das sementes, o que resultaria na emergência da radícula em menor tempo.

Portanto, sementes de *S. lycocarpum* desenvolveram atividade da enzima endo- β -mananase que coincidiu com o enfraquecimento do endosperma micropilar durante o hidrocondicionamento. Após o *priming*, quando as sementes foram novamente reidratadas, houve aumento do peso fresco do embrião, indicando crescimento significativamente maior do que nas sementes sem tratamento, provavelmente devido ao acúmulo de solutos e à queda de resistência imposta pelo endosperma micropilar, ocorridas durante o

condicionamento. Assim, o endosperma micropilar enfraquecido não ofereceu mais resistência ao crescimento do embrião, determinando a superação da dormência e, conseqüentemente, incremento na velocidade de germinação das sementes em laboratório.

7 CONCLUSÃO

O hidrocondicionamento, durante 15 dias sob 15°C, mostra-se eficiente para aumentar o vigor das sementes de *S. lycocarpum*, expresso pelos resultados do T(50) e IVG.

Durante o hidrocondicionamento das sementes, ocorre decréscimo na força de ruptura do endosperma micropilar, que coincide com o aumento da atividade de endo- β -mananase, porém, aumento do peso fresco do embrião ocorre somente após o hidrocondicionamento.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S.P., PROENÇA, C.E., SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado:** espécies vegetais úteis. Planaltina, DF: EMBRAPA, 1998. 464p.
- AMARAL da S.E.A.; TOOROP, E.P.; VON AELST, A.C.; HILHORST, H.W.M. Abscisic acid controls embryo growth potential and endosperm cap weakening during coffee (*Coffea arabica* cv. Rubi) seed germination. **Planta**, Berlin, v.220, n.2, p.251-261, Dec. 2004.
- BADEK, B.; VAN DUIJN, B.; GRZESIK, M. Effects of water supply methods and seed moisture content on germination of China aster (*Callistephus chinensis*) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds. **European Journal of Agronomy**, La Rioja, v. 24, n.1, p.45-51, Jan. 2006.
- BALBINOT, E.; LOPES, H.M. Efeitos do condicionamento fisiológico e da secagem na germinação e no vigor de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.1, p.01-08, jan. 2006.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum, 1994. 455p.
- BEWLEY, J. D. Seed germination and dormancy. **The plant cell**, Rockville, Md ,v.9, n.7, 1055-1066, July 1997.
- BORGES, E.E.L.; PEREZ, S.C.J.G.A.; BORGES, R.C.G.; REZENDE, S.T.; GARCIA, S.R. Comportamento fisiológico de sementes osmocondicionadas de *Platymiscium pubescens* Micheli (Tamboril-da-mata). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.26, n.5, p.603-613, set. 2002.
- BRADFORD, K.J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortScience**, Alexandria, v.21, n.5, p.1105-1112, 1986.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Divisão de sementes e mudas. **Regras para análises de sementes**. Brasília, 1992a. 365p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Normas climatológicas: 1961-1990**. Brasília, 1992b. 84p.

BRAZ, M.R.SÁ; ROSSETTO, C.A.V. Condicionamento fisiológico na germinação e no vigor de sementes armazenadas de café. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p. 1849-1856, out. 2008.

CASEIRO, R.; BENNETT, M.A.; MARCOS FILHO, J. Comparison of three techniques for onion seed lots differing in initial quality. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.32, n.2, p.365-375, July 2004.

CASENAVE, E.C.; TOSELLI, M.E. Hydropriming as a pré-treatment for cotton germination under thermal and water stress conditions. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.35, n.1, p. 88-98, Apr. 2007.

CASTRO, R.D. de; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 249-160.

DALPONTE, J.C.; LIMA, E.S. Disponibilidade de frutos e a dieta de *Lycalopex vetulus* (Carnívora) em um cerrado do Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.22, n.2, p.325-332, out. 1999.

DEZFULI, P.M.; SHARIF-ZADEH, F.; JANMOHAMMADI, M. Influence of priming techniques on seed germination behavior of maize inbred lines (*Zea mays* L.) **ARPJ Journal of Agricultural and Biological Science**, New York, v.3, n.3. p.22-25, May 2008.

FAROOQ, M.; BASRA, S.M.A I.; AFZAL, I.; KHALIQ, A. Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.34, n.2, p.507-512, 2006.

FURTADO, D. **Sistema de análise de variância: sisvar 4.1**. Lavras: UFLA/CAPES, 2000.

GHASSEMI-GOLEZANI, K.; ALILOO, A.A., VALIZADEH, M.; MOGHADDAM, M. Effects of different priming techniques on seed invigoration and seedling establishment of lentil (*Lens culinares* Medik). **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Helsinki, v.6, n.2, p. 222-226, 2008.

GUIMARAES, R.M. **Tolerância à dessecação e condicionamento fisiológico em sementes de cafeeiro (*Coffea arábica* L.)**. 2000. 180p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

HAIGH, A.M.; BARLOW, E.W.R. Germination and priming of tomato, carrot, onion and sorghum seeds in a range of osmotica. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.112, n.2, p.202-208, 1987.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; GULLIVER, R.L Accelerated germination by osmotic seed treatment. **Nature**, London, v.246, p.42-44, Nov. 1973.

JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G.A. Condicionamento osmótico na germinação de sementes de cássia-do-nordeste sob estresse hídrico, térmico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.9, p. 1025-1034, set. 2003.

KARSSSEN, C.M.; HAIGH, A.; VAN DER TOORN, P.; WEGES, R. Physiological mechanisms involved in seed priming. In: TAYLORSON, R.B. (Ed). **Recent advances in the development and germination of seeds**. New York: Plenum, 1989. p. 269-280.

LIN, Y., VAN DER BURG, W.J.; AARTSE, J.W., VANZWOL, R.A., JALINK, H.; BINO, R.J. X-ray Studies on changes in embryo and endosperm morphology during priming and inhibition on tomato seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v.3, p. 171-178, 1993.

LIPTAY, A.; ZARIFFA, N. Testing the morphological aspects of polyethylene glycol-primed tomato seeds with proportional odds analysis. **HortScience**, Alexandria, v.28, n.9, p. 881-883, Sept. 1993.

LIU, Y.; BINO, R.J.; VAN DER BURG, W.J.; GROOT, S.P.C.; HILHORST, H.W.M. Effects of osmotic priming on dormancy and storability of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v.6, n.2, p. 49-55, June 1996.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 2000. v.2.

MAGUIRE, J.D. Seeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p. 176-177, Apr. 1962.

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

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A.L. Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor e desempenho das plantas no campo. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v.26, n.2, abr./jun. 2008.

MAVI, K.; ERMIS, S.; DEMIR, I. The effect of priming on tomato rootstock seeds in relation to seedling growth. **Asian Journal of Plant Sciences**, v.5, n.6, p.940-947, 2006.

McDONALD, M.B. Seed quality assessment. **Seed Science Research**, Zurich, v.8, n.2, p.265-275, June 1998.

MENDONÇA, A.V.; COELHO, E.A.; DE SOUZA, N.A.; BABINOT, E.; SILVA, R.F. da; BARROSO, D.G. Efeito da hidratação e do condicionamento osmótico em sementes de pau-formiga. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.27, n.2, p.111-116, dez. 2005.

MICHEL, B.E.; KAUFMANN, M.R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. **Plant Physiology**, Minneapolis, v.51, n.5, p. 914-916, May 1973.

NAGAR, R.P.; DADLANI, M.; SHARMA, S.P. Effect of hydropriming on field emergence and crop growth of maize genotypes. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.26, 1-5, 1998.

NAGLREITER, C.; REICHENAUER, T.G. GOODMAN, B.A.; BOLHAR-NORDENKAMPF, H.R. Free radical generation in *Pinus sylvestris* and *Larix decidua* seeds priming with polyethylene glycol or potassium salt solutions. **Plant Physiology and Biochemistry**, New Delhi, v.43, n.2, p.117-123, Feb. 2005.

NASCIMENTO, W.M. **Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2004. 12p. (Circular Técnica, 33).

OLIVEIRA FILHO, A.T.; OLIVEIRA, L.C.A. Biologia floral de uma população de *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Solanaceae) em Lavras, MG. **Revista brasileira de botânica**, São Paulo, v.11, n.1-2, p.22-32, dez. 1988.

OLIVEIRA JÚNIOR, E.N. **Alterações pós-colheita da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil.) durante o amadurecimento**. 2002. 71p. Tese (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PARERA, C.A.; CANTLIFFE, D.J. Pré-sowing seed priming. **Horticultural Review**. New York, v.16, n.1, p.109-141, 1994.

PEREZ, S.C.J.G.A.; NEGREIROS, G.F. Efeitos do pré-condicionamento na viabilidade e no vigor de sementes de canafistula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub) em condições de estresse. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v.23, n.1, p.175-183, jan. 2001.

PINEDO, G.J.V.; FERRAZ, I.D.K. Hidrocondicionamento de *Parkia pendula* [Benth ex Walp]: sementes com dormência física de árvore da Amazônia.

Revista Árvore, Viçosa, MG, v.32, p.39-49, jan./fev. 2008.

PINTO, L.V.A.; AMARAL DA SILVA, E.A.; DAVIDE, A.C.; MENDES DE JESUS, V.A.; TOOROP, P.E.; HILHORST, H.W.M. Mechanism and control of *Solanum lycocarpum* seed germination. **Annals of Botany**, London, v.100, n.6, p. 1175-1187, Dec. 2007.

POWELL, A.A. Seed improvement by selection and invigoration. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, p.126-133, Aug. 1998. Número especial.

POWELL, A.A.; YULE, L.J.; JUNG, H.C.; GROOT, P.C. The influence of aerated hydration seed treatment on seed longevity as assessed by the viability equation. **Journal Experimental of Botany**, Oxford, n.353, p.2031-2043, Dec. 2000.

RODRIGUES, F.H.G. **Biologia e conservação do lobo-guará na estação ecológica de Águas Emendadas, DF**. 2002. 96p. Tese (Doutorado em Ecologia) Universidade Estadual de Campinas/Instituto de Biologia, Campinas, SP.

SGUAREZI, C.N.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, M.C.L.; DALPASQUALE, V.A. Avaliação de tratamentos pré-germinativos para melhorar o desempenho de sementes de café (*Coffea arabica* L.). I- Condicionamento osmótico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2, p.152-161, 2001.

SILVA, J.A. de; SILVA, D.B. da; JUNQUEIRA, N.T.V.; ANDRADE, L.R.M. de. **Frutas nativas dos cerrados**. Brasília: EMBRAPA, 1994. 166p.

SRINIVASAN, K.; SAXENA, S.; SINGH, B.B. Osmo and hidropriming of mustard seeds to improve vigour and some biochemical activities. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.27, n.2, p.785-793, 1999.

STILL, D.W.; BRADFORD, K.G.; Endo-B-mananase activity from individual tomato endosperm caps and radicle tip in relation to germination rates. **Plant Physiology**, Rockville, v.113, n.1, p.21-29, Jan. 1997.

STILL, D.W.; DAHAL, P.; BRADFORD, K.G. A Single-seed assay for endo-B-mananase activity from tomato endosperm and radicle tissues. **Plant Physiology**, Rockville, v.113, n.1, p.13-20, Jan. 1997.

SUNG, Y, CANTLIFFE, D.J.; NAGATA, R.T. Using a puncture test to identify the role of seed coverings on thermotolerant lettuce seed germination. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.123, p. 1102-1106, Nov. 1998.

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

TONIN, G.A., GATTI, A.B.; CARELLI, B.P.; PEREZ, S.C.J.G.A. Influência da temperatura de condicionamento osmótico na viabilidade e no vigor de sementes de *Pterogyne nitens* Tull. **Revista brasileira de sementes**, Brasília, v.27, n.2, p.35-43, dez. 2005.

TOORN, P. Van Der. **Embryo growth in mature celery seeds**. 1989. 94p. Thesis (Ph.D). Wageningen, Agricultural University, The Netherlands.

TOOROP, P.E. **The role of endo-B-mannanase activity in tomato seed germination**. 1998. 125p. Thesis. (PhD) Wageningen University, Holanda.

TOSELLI, M.E.; CASENAVE, E.C. The hydrotimic model analysis of cotton seed germination as a tool in priming. **Seeds Science Technology**, Zurich, v.30, n.3, p.549-557, Oct. 2002.

TOSELLI, M.E.; CASENAVE, E.C. Water content and the effectiveness of hydro and osmotic priming of cotton seeds. **Seeds Science Technology**, Zurich, v.31, n.3, p.727-735, Oct. 2003.

VENKATASUBRAMANIAN, A.; UMARANI, R. Evaluation of seed priming methods to improve seed performance of tomato (*Lycopersicon esculentum*), egg plant (*Solanum melongena*) and chilli (*Capsicum annum*). **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 35, n.2, p. 487-493, July 2007.

VENKATASUBRAMANIAN, A.; UMARANI, R. Evaluation of seed priming methods to improve seed performance of tomato (*Lycopersicon esculentum*), egg plant (*Solanum melongena*) and chilli (*Capsicum annum*). **Seed science & technology**, Zurich, v.35, n.2, p. 487-493, July 2007.

VIDAL, M.C.; STACCIARINI-SERAPHIN, E.; CAMARA, H.H.L.L. Crescimento de plântulas de *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Lobeira) em casa de vegetação. **Acta Botânica Brasileira**, Rio de Janeiro, v.13, n.3, p.271-274, set. 1999.

WAHID, A.; NOREEN, A.; BASRA, S.M.A.; GELANI, S.; FAROOQ, M.
Priming-induced metabolic changes in sunflower (*Helianthus annuus*) achenes
improve germination and seedling growth. **Botanical Studies**, Taipei, v.49, n.4,
p. 343-350, Oct. 2008.

CAPÍTULO 2

EFICIÊNCIA DO HIDROCONDICIONAMENTO NAS SEMENTES DE *Solanum lycocarpum* St. Hil SOBRE O DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLANTAS JOVENS PRODUZIDAS EM DIFERENTES VOLUMES DE RECIPIENTES

1 RESUMO

ANESE, Simoni. Eficiência do hidrocondicionamento nas sementes de *Solanum lycocarpum* St. Hil sobre o desenvolvimento inicial de plantas jovens produzidas em diferentes volumes de recipientes. In _____. **Condicionamento de sementes de *Solanum lycocarpum* St. Hil e o desenvolvimento de mudas na fase inicial**. 2009. Cap. 2, p. 54-83. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal/ Manejo Ambiental) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.³

O experimento foi conduzido no viveiro florestal, no Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras, durante o período de setembro a dezembro de 2008. Objetivou-se avaliar a eficiência do hidrocondicionamento em sementes de *S. lycocarpum* no desempenho de plantas jovens produzidas em diferentes volumes de recipientes. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos, os quais se constituíram de sementes hidrocondicionadas ou não X três tipos de recipientes: tubetes de 150 e 180 mL e sacos plásticos com capacidade volumétrica de 1,8 litro, com quatro repetições de 14 plantas. Determinaram-se parâmetros morfológicos relativos ao desenvolvimento inicial por um período de 90 dias, em intervalos de 30 dias. Nas três avaliações, mediram-se a altura linear da plântula e o diâmetro do colo. Aos 90 dias, determinou-se o peso da matéria de seca da parte aérea e raízes bem como os índices morfológicos. As plantas jovens originadas de sementes hidrocondicionadas e produzidas em tubetes com capacidade de 180 mL apresentaram melhores respostas para os parâmetros avaliados.

³ Comitê orientador: Dr. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva – UFLA (orientador); Dr. Antonio Cláudio Davide – UFLA.

2 ABSTRACT

ANESE, Simoni. Efficiency of seed hydropriming on *Solanum lycocarpum* seedling development in different sizes of containers. In _____. **Priming in seeds of *Solanum lycocarpum* and the development of seedlings at the initial phase.** 2009. Chapter 2, p. 54-83. Dissertation (Master Program in Forest Engineering/Environmental Management) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

This study was developed at the nursery facility from the Federal University of Lavras, during the period September to December, 2008. It aimed to evaluate the effect of seed hydropriming on *S. lycocarpum* seedling development in different sizes of containers. The experimental design was entirely ranged with six treatments, each one with four repetitions with fourteen seedlings. The design was: hydroprimed and non-primed seeds X three types of containers (150 and 180 mL plastic tubes and plastic bags with a capacity of 1,8 liters volume). Morphological parameters related to the initial development of seedling were determined in a period of 90 days, at intervals of 30 days. On the three assessments, it was measured the linear height and the stem diameter of the seedlings. *S. lycocarpum* growth after 90 days was also evaluated by shoot and root dry weight. Seedlings produced by hydroprimed seeds in 180 mL tubettes presented the best performance for the evaluated parameters

Advising committee: Dr. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva – UFLA (Supervisor); Dr. Antonio Cláudio Davide – UFLA.

3 INTRODUÇÃO

A necessidade de recuperação de áreas alteradas e degradadas, bem como a recomposição e manutenção de áreas de preservação permanente e reserva legal, tem aumentado o interesse pelo conhecimento das espécies florestais nativas brasileiras. Um dos grandes desafios na recomposição de florestas nativas é a produção de mudas de espécies que possam suprir programas de reflorestamentos. De acordo com José et al. (2005), esta demanda crescente mostra a necessidade do desenvolvimento de pesquisas, da definição de protocolos e de estratégias que otimizem a produção de mudas a baixo custo, em menor espaço de tempo e com qualidade morfofisiológica capaz de atender aos objetivos do plantio.

Entre os fatores que influenciam a produção de mudas de espécies florestais com alta qualidade, destacam-se, além do uso de sementes de boa qualidade, o recipiente, o substrato utilizado e as práticas culturais adotadas no viveiro (Santos et al., 2000; José, 2003).

A qualidade das mudas está diretamente relacionada à escolha do tipo de recipiente a ser utilizado, devendo abranger considerações de natureza biológica, física, técnicas e econômicas, como boa formação e permeabilidade das raízes e boa retenção de umidade (Carneiro, 1995). Na seleção do tipo de recipiente, deve-se levar em consideração a sensibilidade da espécie à restrição do crescimento radicular (Reis et al.; 1989), as dimensões do recipiente (Santos et al., 2000) e o efeito do recipiente na estrutura do sistema radicular (Barroso et al., 2002), devendo-se evitar os que causem deformações. Além disso, a produção de mudas em recipientes deve ser preferida quando inexistem limitações financeiras para a aquisição dos mesmos e as práticas do viveiro são mecanizadas (Davide et al., 1995).

De acordo com Hahn et al. (2006) e Davide & Faria (2008), atualmente, os sacos plásticos e os tubetes são os recipientes mais utilizados nos viveiros de produção de mudas de espécies florestais nativas. No entanto, as vantagens de utilizar tubetes devem-se à facilidade das operações de produção de mudas, permitindo a mecanização, à ocupação de menor área no viveiro, menor quantidade de substrato, facilidade de manejo e transporte das mudas para o campo, redução do custo final da muda, além do direcionamento do sistema radicular devido à presença de estrias internas, o que impede o enovelamento do mesmo (Wendling et al., 2001; Davide & Faria, 2008). Os tubetes mais recomendados para a produção de mudas de espécies nativas são aqueles com capacidade de 50 a 180 cm³. Os primeiros podem, perfeitamente, produzir mudas de alta qualidade e devem ser preferidos para espécies pioneiras (Davide & Faria, 2008).

Nos últimos anos, alguns pesquisadores testaram e concluíram sobre a viabilidade do uso de tubetes plásticos para a produção de mudas de qualidade de espécies florestais nativas brasileiras (Santos et al., 2000; Leles et al., 2006; Gomes et al., 2003; de Castro, 2007; José et al., 2005; Malavasi e Malavasi, 2006). A maioria concluiu que mudas crescidas nos tubetes de maiores volumes apresentam maiores dimensões morfológicas no final da fase de viveiro e atribuíram tal fato ao maior espaço e substrato disponível e à menor limitação de restrição radicular.

Outro aspecto importante para produção de mudas de qualidade, em espécies florestais nativas, está relacionado ao uso de semente de boa qualidade e que não apresente dormência. *Priming* em sementes é um tratamento pré-*semeadura* que oferece a possibilidade de melhorar a qualidade de sementes e promover a superação de dormência, possibilitando o aumento da taxa de germinação e uniformidade de emergência de plântulas. Envolve a iniciação do metabolismo da germinação por meio da hidratação controlada das sementes na segunda fase de germinação, na qual vários processos metabólicos são ativados,

mas sem permitir a protrusão da radícula (Taylor et al., 1998; McDonald, 1998; Powel et al., 2000). Após isso, as sementes poderão ser secas até atingirem o grau de umidade original (Nascimento, 1998), o que oferece a vantagem de se poder manuseá-las e/ou armazená-las antes da semeadura. Um dos efeitos mais marcantes do *priming* nas sementes refere-se ao crescimento inicial das plantas (Taylor et al., 1998).

Dentre as técnicas de *priming* mais utilizadas, destacam-se o *osmopriming*, ou osmocondicionamento (embebição das sementes em soluções de baixo potencial hídrico, com o uso de agentes osmóticos, como polietileno glicol) e *hidropriming*, ou hidrocondicionamento (usa somente água no controle da embebição). No entanto, pesquisas recentes demonstram que o hidrocondicionamento, ou *hidropriming*, é a opção mais acessível, de baixo risco, econômica (Casenave & Toselli, 2007) e fácil de desenvolver porque somente água é utilizada (Farooq et al., 2006; Soon et al.; 2002). Em alguns trabalhos, a eficiência da técnica sobre o desenvolvimento inicial das plantas de algumas espécies agrícolas e oleícolas é demonstrada (Nagar et al., 1998; Kaur et al., 2002; Marcos Filho & Kikuti, 2008; Harris et al., 1999, 2001; Ghassemi-Golezani et al., 2008; Ahamadi et al., 2007; Farooq et al., 2006), porém, para espécies florestais não foram encontrados estudos.

Solanum lycocarpum St.Hil. é uma Solanaceae, conhecida popularmente como lobeira, fruta-de-lobo ou jurubeba, que tem porte arbustivo e é amplamente distribuída em todo o Cerrado do Brasil Central (Lorenzi, 2000; Oliveira Filho & Oliveira, 1988). O fruto da lobeira é muito utilizado como fonte alimentar por mamíferos, pássaros e roedores, durante todo o ano, principalmente na estação da seca, quando a disponibilidade de outros frutos é menor (Dalponte & Lima, 1999). A polpa do fruto maduro pode ser consumida *in natura* ou ser utilizada para se fazer geleias (Silva et al., 1994). De acordo com estudo feito por Oliveira Júnior (2002), os teores de vitamina C, fósforo, sacarose e ferro do fruto da lobeira, quando comparados com banana, abacaxi,

laranja e manga, mostraram-se equivalentes ou superiores a eles, indicando que o fruto pode ser utilizado como alimento alternativo. A espécie cresce e se desenvolve em condições ambientais desfavoráveis (Vidal et al., 1999). É colonizadora de áreas degradadas pelo homem e de pastagens (Oliveira Filho & Oliveira, 1988), podendo se destacar, portanto, na recuperação de áreas alteradas. No entanto, Pinto et al. (2007) concluíram que *S. lycocarpum* apresenta dormência imposta pelo endosperma micropilar ao alongamento da radícula, o que pode contribuir para a emergência desuniforme e demora na germinação.

Estudos sobre a aplicação da técnica de *priming* em sementes de *S. lycocarpum* e sobre a germinação e o desenvolvimento inicial das plantas, bem como informações sobre a qualidade de mudas da espécie, produzidas em diferentes tamanhos de recipientes, não constam na literatura e são importantes para subsidiar sua propagação em programas de produção de mudas.

Assim, com o presente trabalho, objetivou-se avaliar a eficiência do hidrocondicionamento nas sementes e o efeito do volume de recipientes sobre a qualidade de plantas jovens de *S. lycocarpum*, em condições de viveiro.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal, no Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras, durante o período de setembro a dezembro de 2008. Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos, os quais se constituíram de sementes, condicionadas ou não, X três tipos de recipientes: tubetes com capacidade volumétrica de 115mL e 180mL e saquinhos de polietileno com capacidade volumétrica de 1,5 litro (1,81 kg de subsolo), com quatro repetições de 14 plantas. As sementes condicionadas foram obtidas a partir do tratamento que apresentou o melhor efeito sobre os parâmetros avaliados em condições de laboratório, conforme resultados discutidos no capítulo 1, ou seja, hidrocondicionamento em água destilada, por 15 dias na temperatura de 15°C. Para o condicionamento, distribuíram-se 100 sementes em placas de germinação de 90 mm de diâmetro sobre duas folhas de papel de germinação, embebidas com 10 ml de água destilada. Completados os 15 dias de condicionamento em câmara de germinação, regulada a temperatura de 15°C, as sementes foram secas para a umidade inicial (8%) e semeadas no viveiro.

As sementes foram semeadas diretamente nos recipientes. Como suportes, utilizaram-se bandejas de 108 células para os tubetes com capacidade volumétrica de 115mL, em que cada bandeja comportou 4 repetições de 27 plantas cada, sendo consideradas 14 plantas centrais úteis e as demais, bordadura. Já para os tubetes de 180 mL, utilizaram-se bandejas de 54 células, que comportaram 2 repetições de 27 plantas, sendo consideradas 14 plantas centrais úteis. Os sacos plásticos foram organizados de forma a constituírem as 4 repetições.

Como substrato para o enchimento dos sacos de polietileno, utilizaram-se 1,89 kg de terra de subsolo, 4,33g de calcário dolomítico, 460mg de

superfosfato simples (P_2O_5), 30,73mg de sulfato de amônio e 43,90mg de cloreto de potássio, para cada saquinho, de acordo com trabalho de Ulhôa (1997). Já para os tubetes, o substrato foi composto de uma mistura de 150 litros de substrato comercial Bioplant® e 600 gramas de adubo osmocote Scotts®. Esta proporção foi suficiente para o enchimento dos tubetes de todas as repetições.

Em cada recipiente foram semeadas três sementes, as quais foram recobertas com uma fina camada do mesmo substrato utilizado. Aos trinta dias após a semeadura, foi realizado um desbaste, com o objetivo de eliminar as plantas jovens excedentes em cada recipiente, deixando-se apenas a mais central. Após o desbaste, realizou-se a alternagem dos recipientes, passando a densidade de 100% para 50%, em cada bandeja.

As bandejas foram mantidas em condições de viveiro, suspensas a 92 cm do solo. Conforme a umidade do ambiente, realizaram-se irrigações diárias, por meio de microaspersores. Para determinar os parâmetros morfológicos relativos ao desenvolvimento, as análises foram efetuadas por um período de 90 dias, em intervalos de 30 dias. Nas três avaliações, mediram-se a altura linear da planta e o diâmetro do colo. Aos 90 dias, determinou-se o peso da matéria seca da parte aérea e raízes. Os parâmetros analisados estão descritos a seguir.

Índice de velocidade de emergência

O índice de velocidade de emergência (IVG) foi obtido diariamente, procedendo-se a contagem das plântulas emergidas (emergência do hipocótilo), iniciando-se as leituras após um dia da semeadura. Avaliou-se o número de plântulas emergidas a cada dia, até a estabilização da emergência. O IVG foi determinado pelo somatório do número de plântulas normais emergidas diariamente, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a emergência (Maguirre, 1962).

Sobrevivência

Ao final do experimento, 90 dias após a semeadura, determinou-se a porcentagem de sobrevivência das plantas.

Altura da muda

A altura foi determinada ao longo do desenvolvimento das plantas jovens, a partir do nível do substrato até a gema apical, utilizando-se régua.

Diâmetro de colo

Na região do colo das plantas jovens em desenvolvimento, o diâmetro das mesmas foi obtido por meio de um paquímetro digital.

Peso da massa seca da parte aérea e raízes

Ao final do experimento (90 dias), foram retiradas sete plantas em cada repetição de cada tratamento, localizadas na parte central da bandeja, para avaliação do peso da massa seca parte aérea (Pa), peso da massa seca das raízes (Raiz), peso da massa seca total (Tot) e índices morfológicos: relação altura (cm)/diâmetro do coleto (mm) (H/D), peso da massa seca parte aérea/peso da matéria seca de raízes (Pa/raiz) e índice de qualidade de Dickson (ID), de acordo com a fórmula citada por José et al. (2005). Para a quantificação da massa seca, o sistema radicular foi separado da parte aérea e lavado em água corrente, utilizando-se peneira fina para evitar perda das raízes. Em seguida, a parte aérea e o sistema radicular das sete plantas de cada repetição foram acondicionados separadamente em sacos de papel identificados, sendo posteriormente colocados em estufa de circulação de ar interna, a 60°C, até a obtenção do peso constante.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa Sisvar 4.3 (Furtado, 2000).

5 RESULTADOS

A germinação das sementes, hidrocondicionadas ou não, nos diferentes volumes de recipientes, iniciou-se aos 14 dias após a semeadura. Na Tabela 1 são apresentados os valores relativos ao índice de velocidade de emergência (IVE) e à sobrevivência das plantas jovens de *S. lycocarpum*. Verificaram-se, nas sementes condicionadas, valores superiores de IVE em relação às não condicionadas, tanto no tubete de 115 como no de 180 mL. Os menores valores foram observados para as sementes semeadas em sacos plásticos. Todas as plantas produzidas nos tubetes de 115 e de 180 mL apresentaram 100% de sobrevivência durante todo o período de experimento, enquanto as plantas produzidas nos sacos plásticos apresentaram 96% de sobrevivência, independente da condição de condicionamento das sementes.

TABELA 1 Índice de velocidade de emergência (IVE) e sobrevivência de plantas jovens de *S. lycocarpum*, provenientes de sementes condicionadas (CC) ou não (SC), em três volumes de recipientes.

Volume/Cond.	IVE		Sobrevivência	
	CC	SC	CC	SC
Tubete 180mL	0,81 Aa	0,76 Ba	100%	100%
Tubete 115mL	0,81 Aa	0,67 Bb	100 %	100%
Sacos Plásticos	0,71 Ab	0,74 Aa	96%	96%

Letras diferentes indicam diferenças significativas, pelo teste de Scott-knott ($p < 0,05$), sendo que letras minúsculas comparam volumes de recipientes e maiúsculas sementes condicionadas ou não.

Nas Tabelas 2 e 3 apresentam-se os dados de crescimento relativos ao diâmetro do coleto e da altura, respectivamente, de plantas jovens de *S. lycocarpum*, nos três intervalos avaliados. Constatou-se que, de maneira geral, a partir de um mês após a semeadura, já existiam diferenças nítidas de

crescimento das mudas produzidas nos diferentes tamanhos de recipientes e em relação à condição hidrocondicionamento das sementes

Plantas de maior diâmetro de coleto e altura foram obtidas de sementes condicionadas e produzidas em tubetes de 180 mL, seguidas pelas dos tubetes de 115 mL, enquanto as menores foram obtidas em sacos plásticos. Essas diferenças foram nítidas, estatisticamente, aos 30 e 90 dias, para as medições relativas ao diâmetro do colo (Tabela 2) e apenas aos 90 dias, para as medições da altura (Tabela 3).

TABELA 2 Diâmetro do colo (mm) de plantas jovens de *S. lycocarpum*, provenientes de sementes hidrocondicionadas (CC) ou não (SC), em três recipientes e avaliadas até 90 dias após a semeadura.

Recipientes	Dias após a semeadura					
	30 dias		60 dias		90 dias	
	CC	SC	CC	SC	CC	SC
T 115mL	2,24 Ab	1,90 Bb	4,77 Aa	4,01 Ba	5,16 Ab	4,48 Bb
T 180mL	2,67 Aa	2,01 Ba	4,99 Aa	4,63 Aa	6,18 Aa	5,36 Ba
Sacos Plast/	2,04 Ac	1,81 Bc	3,57 Ab	2,30 Bb	3,79 Ac	3,27 Bc
CV%	4,72		11,43		5,11	

Letras diferentes indicam diferenças significativas, pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$), sendo que letras minúsculas comparam volumes de recipientes e maiúsculas sementes condicionadas ou não, dentro de cada intervalo de avaliação.

TABELA 3 Altura (cm) de plantas jovens de *S. lycocarpum*, provenientes de sementes hidrocondicionadas (CC) ou não (SC), em três recipientes e avaliadas até 90 dias após a semeadura.

Recipientes	Dias após a semeadura					
	30 dias		60 dias		90 dias	
	CC	SC	CC	SC	CC	SC
T 115mL	1,44 Ab	1,38 Aa	3,59 Ab	3,36 Ab	6,33 Ab	5,18 Bb
T 180mL	1,68 Aa	1,48 Bb	4,27 Aa	4,01 Aa	8,09 Aa	7,03 Ba
Sacos Plast/	1,84 Aa	1,88 Aa	3,70 Ab	3,38 Bb	5,16 Ac	4,56 Ab
CV%	7,10		5,37		7,11	

Letras diferentes indicam diferenças significativas, pelo teste de Scott-knott ($p < 0,05$), sendo que letras minúsculas comparam volumes de recipientes e maiúsculas sementes condicionadas ou não, dentro de cada intervalo de avaliação.

Na Figura 1 estão ilustradas as plantas obtidas aos 90 dias após a semeadura, nos diferentes recipientes.

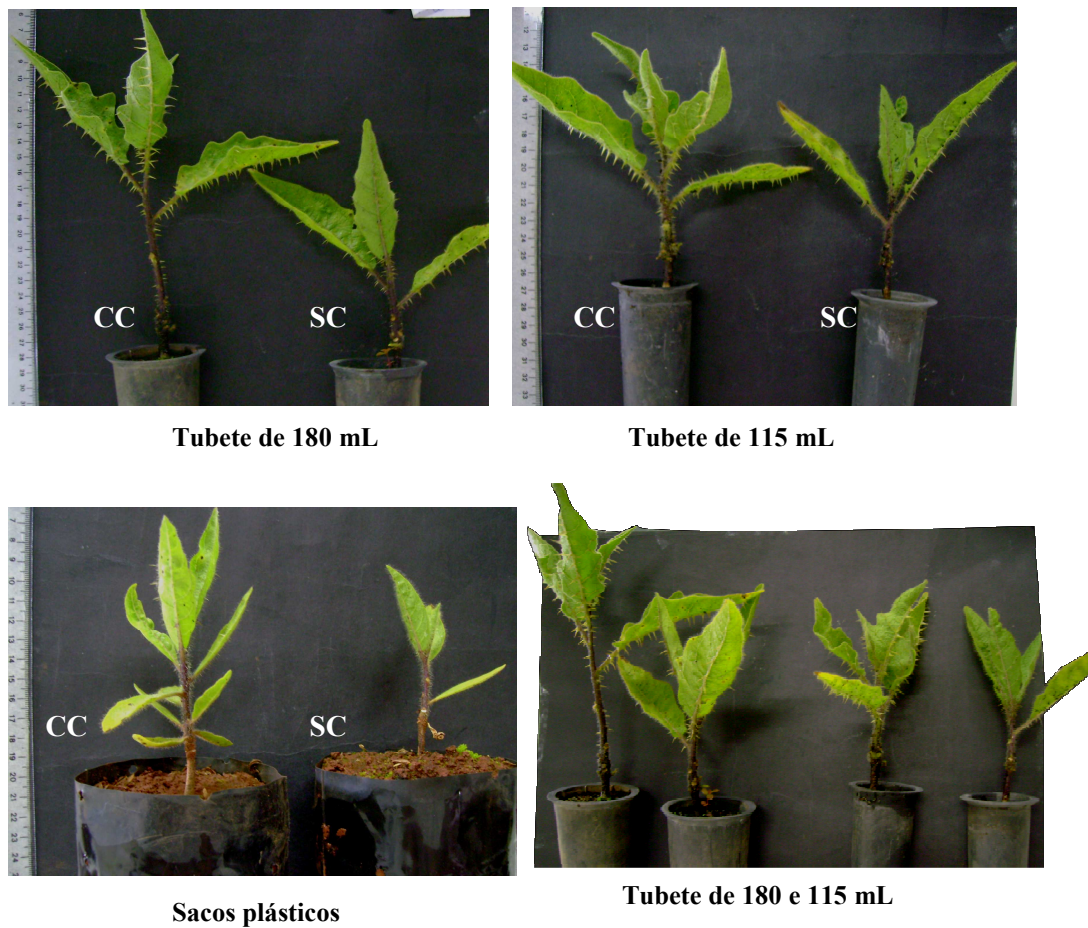


FIGURA 1 Plantas jovens de *S. lycocarpum*, aos 90 dias após a semeadura, provenientes de sementes condicionadas (CC) ou não (SC), em três recipientes.

Para as variáveis peso da massa seca da parte aérea (PMSA), peso da massa seca de raízes (PMSR) e peso da massa seca total (PMST) (Tabela 4), aos 90 dias após a semeadura, constatou-se o efeito do volume do recipiente. As

plantas cultivadas em tubetes de 180 mL apresentaram as maiores médias, seguidas pelas de tubetes de 115mL e pelas plantas produzidas em sacos plásticos, com valores menos acentuados de acúmulo de massa seca. Quando se avalia o efeito do hidrocondicionamento, constatou-se que esse tratamento foi eficiente para incrementar os valores de massa seca da parte aérea e raízes nos três recipientes, porém, com diferenças significativas, estatisticamente, somente quando as sementes foram produzidas em tubetes de 180 mL. Já para o peso da matéria seca total, houve diferença significativa do efeito do condicionamento, tanto em plantas cultivadas em tubetes de 115 como de 180 mL.

TABELA 4 Dados referentes a PMSA, PMSR e PMST de plantas jovens de *S. lycocarpum*, provenientes de sementes condicionadas (CC) ou não (SC), em três recipientes e avaliadas aos 90 dias.

Volume/ Cond/	PMSA (g)		PMSR (g)		PMST (g)	
	CC	SC	CC	SC	CC	SC
115mL	0,65 Ab	0,52 Ab	0,91 Ab	0,79 Ab	1,56 Ab	1,31 Bb
180mL	1,13 Aa	0,80 Ba	1,66 Aa	1,17 Ba	2,79 Aa	1,97 Ba
SP	0,26 Ac	0,20 Ac	0,27 Ac	0,12 Ac	0,53 Ac	0,32 Ac
CV (%)	17,81		16,87		12,39	

Letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Scott-knott ($p < 0,05$), sendo que letras minúsculas comparam volumes de recipientes e maiúsculas sementes condicionadas ou não.

Para o índice H/D, não se observaram diferenças significativas entre as plantas jovens produzidas nos diferentes volumes de recipientes e também em relação à condição de hidrocondicionamento das sementes ou não (Tabela 5).

A relação peso da massa seca do sistema radicular e peso de massa seca parte aérea (Pa/Raiz) não apresentou diferenças significativas (Tabela 5), apesar de terem ocorrido diferenças significativas no peso de massa seca da parte aérea, raízes e total, entre os volumes de recipientes e nas plantas provenientes de sementes hidrocondicionadas, cultivadas em tubetes de 180 mL. O índice de Dickson (ID) detectou efeito do tamanho do recipiente, com maiores índices

quando as plantas foram produzidas em tubetes de 180 mL de capacidade. O efeito do hidrocondicionamento das sementes foi observado somente em plantas produzidas em tubetes de 180mL.

TABELA 5 Dados referentes ao H/D, Pa/Raiz e ID de plantas jovens de *S. lycocarpum*, provenientes de sementes condicionadas (CC) ou não (SC), em três volumes de recipientes e avaliadas aos 90 dias.

Volume/ Cond/	H/D		Pa/Raiz		ID	
	CC	SC	CC	SC	CC	SC
115ml	1,25 Aa	1,16 Ab	0,71 Aa	0,65 Aa	0,79 Ab	0,72 Ab
180ml	1,30 Aa	1,34 Aa	0,68 Aa	0,68 Aa	1,23 Aa	0,97 Ba
SP	1,36 Aa	1,50 Aa	0,96 Aa	1,66 Ab	0,22 Ac	0,10 Ac
CV (%)	9,30		12,53		19,08	

Letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$), sendo que letras minúsculas comparam volumes de recipientes e maiúsculas sementes condicionadas ou não.

6 DISCUSSÃO

Conforme discussão do primeiro capítulo, sementes de *S. lycocarpum* desenvolveram atividade da enzima endo- β -mananase que coincidiu com o enfraquecimento do endosperma micropilar durante o hidrocondicionamento. O endosperma micropilar não ofereceu mais resistência ao crescimento do embrião, que resultou na protrusão da radícula, de modo quase instantâneo, quando as sementes foram novamente reidratadas. Essas mudanças fisiológicas ocorridas no embrião e no endosperma micropilar determinaram a superação da dormência e, conseqüentemente, melhoria no desempenho germinativo das sementes em laboratório. No viveiro, a condição de hidrocondicionamento das sementes, além de favorecer a emergência das plântulas (Tabela 1), confirmando os resultados de laboratório, também refletiu no desempenho inicial, até 90 dias após a sementeira, manifestado pelos atributos de qualidade das plantas jovens.

Um dos efeitos mais marcantes do condicionamento sobre as sementes, verificados na literatura, refere-se ao crescimento inicial das plântulas (Taylor et al., 1998). O hidrocondicionamento foi eficiente em proporcionar incrementos no diâmetro, altura e peso da massa seca das plantas jovens de *S. lycocarpum*, quando comparadas às sementes não condicionadas. Esses resultados são importantes porque têm reflexo direto na taxa inicial de crescimento das mudas. O diâmetro do colo e a altura são fundamentais para a avaliação de sobrevivência e de crescimento no pós-plantio de mudas de espécies florestais.

Plantas com maior diâmetro apresentam maior capacidade de formação e de crescimento de novas raízes (Souza et al., 2006). Daniel et al. (1997) relataram que, em geral, o diâmetro do colo é analisado para indicar a capacidade de sobrevivência da muda no campo. Mudanças com baixo diâmetro do colo apresentam dificuldades de se manterem eretas após o plantio. Essa variável é reconhecida como um dos melhores, se não o melhor indicador do padrão de

qualidade de mudas (Moreira & Moreira, 1996), sendo, em geral, o mais indicado para determinar capacidade de sobrevivência de mudas no campo (Daniel et al., 1997). Da mesma forma, maior biomassa radicial pode propiciar um melhor desempenho das mudas no campo, especialmente em áreas antropizadas, pois a probabilidade de sobrevivência da planta pode ser maior, em razão da maior facilidade de sustentação e da maior área para absorção de água e nutrientes (Almeida et al., 2005).

Em alguns trabalhos, em especial para espécies agrícolas, os autores relatam os benefícios do hidrocondicionamento das sementes sobre o desempenho inicial das plantas, o que confirma a eficiência da técnica e corrobora os resultados do presente estudo.

Kaur et al. (2002) hidrocondicionaram sementes de grão-de-bico por 24 horas e constataram incremento no crescimento das plântulas, em que a acumulação de biomassa radicular e da parte aérea foram maiores naquelas oriundas de sementes condicionadas, quando comparadas com aquelas sem tratamento. Da mesma forma, Harris et al. (1999, 2001) reportam que hidrocondicionamento, por 8 horas, em sementes de grão-de-bico, milho e arroz, resultou em plantas mais vigorosas e tolerantes à seca. Além disso, houve antecipação do florescimento e colheita, e maiores rendimentos finais. Em experimentos de campo, o hidrocondicionamento em sementes de milho aumentou a velocidade de emergência das plântulas e incrementou o desenvolvimento inicial das mesmas (Nagar et al., 1998; Afzal et al., 2002).

Ghassemi-Golezani (2008) também verificaram que o hidrocondicionamento em sementes de lentilha promoveu altas taxas de emergência e estabelecimentos das plântulas no campo. Já Marcos Filho e Kikuti (2008) constataram que o hidrocondicionamento promove efeitos sobre a velocidade de germinação e de emergência de plântulas de couve-flor, porém, os efeitos do *priming* não persistiram durante todo o desenvolvimento das plantas, não sendo suficiente para afetar a produção final.

Com relação ao tamanho do recipiente, plantas jovens de *S. lycocarpum*, com maiores diâmetros de coleto, foram obtidas, desde a fase inicial, em tubetes de 180 e de 115 mL, respectivamente, enquanto as menores foram obtidas em sacos plásticos (1,5L) (Tabela 2), e, para a altura, essas diferenças foram nítidas aos 90 dias após a semeadura (Tabela 3)

Diferentes pesquisadores, como Daniel et al. (1994), Santos et al. (1998) e Samôr et al. (2002), concluíram que o volume do recipiente tem relação direta com a altura e o diâmetro das mudas, e mudas com maiores dimensões foram obtidas em recipientes maiores. Assim, considerando que as menores mudas foram obtidas em sacos plásticos, recipiente que apresenta o maior volume no presente trabalho, esse resultado pode ser considerado inesperado. No entanto, salienta-se que pode ter ocorrido influência do substrato utilizado, tendo em vista que, nos sacos plásticos, utilizou-se terra de subsolo, enquanto nos tubetes, foi utilizado substrato comercial Bioplant®. Normalmente, os substratos comercializados apresentam características físicoquímicas adequadas à formação inicial de diversas espécies (Danner et al., 2007), pois apresentam maior porosidade total, o que proporciona maior capacidade de retenção de água e aeração (Silva et al., 2001; Mendonça et al., 2003) e maior quantidade de nutrientes essenciais às plântulas.

Todavia, comparando-se o desenvolvimento das plantas entre os dois volumes de tubetes, constata-se que o de 180 mL foi mais eficiente, sendo esse comportamento de maior crescimento das plantas relacionado com maior espaço e substrato disponível e menor limitação de restrição radicular. Resultados semelhantes foram encontrados por Santos et al. (2000), que concluíram que mudas de *Cryptomeria japonica* apresentaram melhor desenvolvimento quando produzidas em tubetes de maior volume. Malavasi & Malavasi (2006) também demonstraram que mudas de *Cordia trichotoma* crescidas em tubetes de maiores volumes apresentaram maiores dimensões morfológicas na fase final de viveiro. Da mesma forma, José et al. (2005) testaram os tamanhos de tubetes 50 e 150

mL para produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* e constataram que, aos 90 dias após a repicagem das plântulas nos tubetes, as mudas produzidas nos tubetes de 150 mL apresentaram características morfológicas significativamente superiores às produzidas nos tubetes de 50 mL.

A análise do peso da massa seca da parte aérea e raízes, separadamente, bem como da massa seca total, mostra que houve efeito significativo (Tabela 4) em função do volume dos recipientes, tendo as mudas com maiores valores de massa seca sido obtidas no tubete de 180 mL, enquanto as mudas nos sacos plásticos apresentaram os menores valores. O acúmulo maior de matéria seca no tubete de 180 mL, em comparação com o de 115 mL, evidencia uma relação direta entre volume e peso de matéria seca total, em que este último ocasionou restrição ao crescimento radicular de *S. lycocarpum*. Segundo Reis (1989), a restrição do sistema radicular ocasionada pelos recipientes é responsável pela redução do crescimento da plântula, o que reflete diretamente na produção de massa seca total. Samôr et al. (2002) e José et al. (2005) também verificaram este mesmo comportamento para a produção de massa seca, que foi proporcional ao volume do tubete.

Segundo Carneiro (1995), o peso da biomassa radicular é o melhor parâmetro, e mais utilizado nas pesquisas, para determinar o crescimento das raízes. Observou-se que a maior parte da matéria seca total acumulada pelas plantas foi alocada no sistema radicular (tabela 4), nos dois volumes de tubetes testados. Isto poderia ser explicado pelo fato de *S. lycocarpum* ser espécie de ocorrência natural de áreas do Cerrado. De acordo com Lambers & Porter (1992), este padrão de elevado investimento em produção de biomassa radicular é uma estratégia positiva na seleção de espécies em ambientes sob intensa estacionalidade climática, tais como no Cerrado e nas florestas estacionais, enquanto em matas de galeria a estacionalidade é atenuada pelo lençol freático próximo à superfície (Gouvêa & Felfili, 1998).

Para o índice H/D, não se observaram diferenças significativas entre as plantas jovens produzidas nos diferentes volumes de recipientes e também em relação à condição de hidrocondicionamento das sementes ou não (Tabela 5). Carneiro (1995) recomenda que a relação esteja entre 5,4 e 8,1 para *Pinus taeda*. No entanto, para as plantas de *S. lycocarpum* na fase inicial, a relação permaneceu abaixo do padrão recomendado. Em mudas de fedegoso, aos 150 dias após o plantio, a relação também foi menor que 5 (Chaves & Paiva, 2004).

Não se observaram diferenças significativas para a relação peso da matéria seca do sistema radicular e peso de matéria seca parte aérea (Pa/Raiz) (Tabela 5), apesar de terem ocorrido diferenças significativas no peso de matéria seca da parte aérea, raízes e total entre os volumes de recipientes e nas plantas provenientes de sementes condicionadas, crescidas em tubetes de 180 mL. Isto pode ser explicado, conforme Reis et al. (1989), pelo ajuste de crescimento das mudas, no qual a restrição imposta pelo recipiente promove o crescimento balanceado entre as partes, sem alteração na distribuição relativa da matéria seca com a variação do volume do recipiente. José et al. (2005) também não constaram diferenças dessa relação em mudas de aroeira produzidas em tubetes de volumes de 50 e 150 cm³. Da mesma forma, Leles et al. (2006) também não verificaram diferenças dessa relação em mudas de quatro espécies florestais nativas produzidas em diferentes tamanhos de tubetes.

O índice de Dickson (ID) detectou efeito dos volumes de recipientes (Tabela 5), com maiores índices quando as plantas foram produzidas em tubetes de 180 mL de capacidade. O efeito do hidrocondicionamento das sementes foi observado somente em plantas produzidas em tubetes de 180 mL. No entanto, em todos os tratamentos avaliados, exceto para as sementes sem hidrocondicionamento e produzidas em sacos plásticos, obteve-se um valor acima do mínimo do ID, que é de 0,20, de acordo com maioria dos trabalhos que utilizam esse índice. Isso demonstra que plantas jovens de *S. lycocarpum*,

principalmente quando oriundas de sementes hidrocondicionadas e produzidas em tubetes de 180 mL, apresentam boa qualidade.

Pelos resultados da presente pesquisa, observou-se, portanto, que plantas jovens de *S. lycocarpum* apresentam melhor desempenho inicial quando produzidas em tubetes de 180 mL. No entanto, José et al. (2005) mencionam que diferenças em altura e diâmetro podem ser diminuídas, ou até mesmo eliminadas, por meio de compensação nutricional das mudas produzidas em menores tubetes pela aplicação de fertilizantes, com uma maior frequência e quantidade, pois, normalmente, quanto menor o recipiente, menor será a permanência dos elementos no substrato, tanto pelo consumo da muda quanto por lixiviação por ocasião da irrigação. Além disso, quando são considerados os aspectos técnico-econômicos, os recipientes de menores dimensões, normalmente, são os mais indicados para algumas espécies florestais (Gomes et al., 2003).

Quanto à condição de hidrocondicionamento das sementes de *S. lycocarpum*, constatou-se que os benefícios da técnica sobre o desempenho germinativo, observados no capítulo 1, persistiram durante o desenvolvimento inicial das plantas em viveiro. Esse aspecto foi evidenciado pelos valores superiores da velocidade de emergência, altura, diâmetro do coleto e biomassa seca das plantas jovens, cultivadas nos diferentes volumes de recipientes, quando comparadas às provenientes de sementes não submetidas ao hidrocondicionamento. Porém, para a maioria dos parâmetros avaliados, as diferenças foram significativas estatisticamente ($p < 0,05$) somente quando as mudas foram cultivadas em tubetes de 180 mL. Essa diferença encontrada deve-se ao maior volume de substrato disponível para o crescimento das plantas nesse recipiente, o que aumenta a área disponível para o crescimento radicular que, aliada ao efeito positivo do hidrocondicionamento sobre a semente, resultou em plantas com as maiores dimensões morfológicas.

Tendo em vista os benefícios aqui relatados, ressalta-se que a técnica de hidrocondicionamento das sementes de *S. lycocarpum* mostrou ser uma tecnologia promissora e de baixo custo que afeta positivamente a emergência e o desenvolvimento inicial de plantas jovens da espécie. Assim, sugere-se que mudas de *S. lycocarpum* sejam obtidas de sementes submetidas ao hidrocondicionamento e produzidas em tubetes com capacidade de 180 mL.

7 CONCLUSÃO

No viveiro, até 90 dias após a semeadura, o desempenho das plantas jovens é beneficiado pelo hidrocondicionamento das sementes.

O desenvolvimento inicial das plantas jovens de *S. lycocarpum* é influenciado pelas dimensões dos recipientes. O tubete de 180 mL contribui positivamente para o desenvolvimento inicial das plantas, afetando a altura, o diâmetro, o peso da matéria seca e o ID.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFZAL, I.; BASRA, S.M.A.; AHMAD, N.; WARRIACH, E.A.; KHALIQ, A. Effect of priming and growth regulator treatment on emergence and seedling growth of hybrid maize (*Zea mays* L.) **International Journal of Agriculture and Biology**, Pakistan, v.4, n.2, p. 302-306, 2002.

AHMADI, A.; SIO-SE MARDEH, A; POUSTINI, K.; JAHRONI, E. Influence of osmo and hydropriming on seed germination and seedling growth in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under different moisture and temperature conditions. **Pakistan Journal of Biological Science**, v.10, n.22, p. 4043-4049, Nov. 2007.

ALMEIDA, L.S. de; MAIA, N.; ORTEGA, A.R.; ANGELO, A.C. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.3, p.323-329, 2005.

BARROSO, D.G.; CARNEIRO, J.G.; NOVAES, A.B. de; LELES, P.S. dos S. Efeitos do recipiente sobre o desempenho pós-plantio de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. E *E. urophylla* S.T. Blake. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.24, n.3, p.281-288, jul. 2002.

BIRCHLER, T.; ROSE, R.W.; ROYO, A.; PARDOS, M. La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios e implementacion practica. **Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales**, Madrid, v.7, n.1/2, p. 109-121, 1998.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995, 451p.

CASENAVE, E.C.; TOSELLI, M.E. Hydropriming as a pré-treatment for cotton germination under thermal and water stress conditions. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.35, n.1, p. 88-98, Apr. 2007.

CASTRO, D.N.de. **Produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* CAMBESS (Guanandi) em diferentes recipientes**. 2007. 11p. Monografia (Curso de Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

CHAVES, A.S.; PAIVA, H.N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.65, p.22-29, jun. 2004.

DALPONTE, J.C.; LIMA, E.S. Disponibilidade de frutos e a dieta de *Lycalopex vetulus* (Carnívora) em um cerrado do Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.22, n.2, p.325-332, out. 1999.

DANIEL, O.; OHASHI, S.T.; SANTOS, R.A. dos. Produção de mudas de *Goupia glabra* (cupiúba): efeito de níveis de sombreamento e tamanho de embalagens. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.18, n.1, p.1-13, jan. 1994.

DANIEL, O.; VITORINO, A.C T.; ALOISI, A.A.; MAZZOCHIN, L.; TOKURA, A.M.; PINHEIRO, E.R.; SOUZA, E.F. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.21, n.2, p. 163-168, abr. 1997.

DANNER, M.A; CITADIN, I.; FERNANDES JÚNIOR, A.A.; ASSMANN, A.P.; MAZARO, S.M.; SASSO, S.A.Z. Formação de mudas de Jaboticabeira (*Plinia* sp.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.1, p.179-182, abr. 2007.

DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R.; BOTELHO, S.A. **Propagação de espécies florestais**. Belo Horizonte: CEMIG, Lavras: UFLA, 1995. 42p.

DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R. Viveiros Florestais. In: DAVIDE, A.C.; SILVA, E.A.A. da, (Org.). **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras, MG: UFLA, 2008. p. 83-124.

FAROOQ, M.; BASRA, S.M.A I.; AFZAL, I.; KHALIQ, A. Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.34, n.2, p.507-512, 2006.

FURTADO, D. **Sistema de análise de variância: sisvar 4.1**. Lavras: UFLA/CAPES, 2000.

GHASSEMI-GOLEZANI, K.; ALILOO, A.A., VALIZADEH, M.; MOGHADDAM, M. Effects of different priming techniques on seed invigoration and seedling establishment of lentil (*Lens culinares* Medik). **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Helsink, v.6, n.2, p. 222-226, 2008.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.27, n.2, p. 113-127, mar. 2003.

GOUVEA, G.P.; FELFILI, J.M. Fenologia de comunidades de matas de galeria e de cerrado no Distrito Federal. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.22, n.443-450, out. 1998.

HAHN, C.M.; OLIVEIRA, C.; AMARAL, E.M.; RODRIGUES, M.S.; SOARES, P.V. **Recuperação florestal: da semente à muda**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente para a Conservação e Produção Florestal do Estado de São Paulo, 2006. 144p.

HARRIS, D.; JOSHI, A.; KHAN, P.A.; GOTHKAR, P.; SODHI, P.S. On farm seed priming in semi-arid culture: development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. **Experimental Agriculture**, v.35, n.1, p. 15-29, 1999.

HARRIS, D., PATHAN, A.K., GOTHKAR, P., JOSHI, A., CHIVASA, W. AND NYAMUDEZA, P. On-farm seed priming: Using participatory methods to revive and refine a key technology. **Agricultural Systems**, Essex, v.69, n.1-2, p.151-164, July/Aug. 2001

JOSÉ, A.C.; DAVIDE, A.C.; OLIVEIRA, S.L. de, Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para a recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, Lavras, MG, v.11, n.2, p.187-196, jun. 2005.

JOSÉ, A.C. **Utilização de mudas de espécies florestais produzidas em tubetes e sacos plásticos para a revegetação de áreas degradadas**. 2003. 101p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

KAUR, S.; GUPTA, A.K.; KAUR, N. Effect of osmo and hydropriming of chickpea seeds on seedling growth and carbohydrate metabolism under water deficit stress. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.37, n.1, p. 17-22, May 2002.

LAMBERS, H.; PORTER, H. Inherent variation in growth rate between higher plants: a search for physiological causes and ecological consequences. **Advances in ecological Research**, London, v.23, p. 187-261, 1992.

LELES, S.S.S.; LISBOA, C.; OLIVEIRA NETO, N.S.; GRUGIKI, M.A.; FERREIRA, M.A. Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.13, n.1. p. 69-78, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3. ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 2000. v.2.

MAGUIRE, J.D. Seeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p. 176-177, Apr. 1962.

MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M. Efeito do volume do tubete no crescimento inicial de plântulas de *Cordia trichotoma* (Vell) Arrab. Ex Eteud E *Jacarandá micranta* Cham. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16, n.1, p. 11-16, Jan. 2006.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A.L. Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor e desempenho das plantas no campo. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v.26, n.2, p.165-169, abr./jun. 2008.

McDONALD, M.B. Seed quality assessment. **Seed Science Research**, Zurich, v.8, n.2, p.265-275, June 1998.

MENDONÇA, V.; ARAÚJO NETO, S.E. de; RAMOS, J.D.; PIO, R.; GONTIJO, T.C.A. Diferentes substratos e recipientes na formação de mudas de mamoeiro “Sunrise Solo”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p. 127-130, abr. 2003.

MOREIRA, F.M.S.; MOREIRA, F.W. Característica de germinação de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro. **Acta Amazônica**, Manaus, v.26, n.1-2, p. 3-16, jan. 1996.

NAGAR, R.P.; DADLANI, M.; SHARMA, S.P. Effect of hydropriming on field emergence and crop growth of maize genotypes. **Seed Science & Technology**, Zurich, 26, 1-5, 1998.

NASCIMENTO, W.M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças: potencialidades e implicações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.16, n.2, p. 106-109, jul. 1998.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; OLIVEIRA, L.C.A. Biologia floral de uma população de *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Solanaceae) em Lavras, MG. **Revista brasileira de botânica**, São Paulo, v.11, n.1-2, p.22-32, dez. 1988.

- OLIVEIRA JÚNIOR, E.N. **Alterações pós-colheita da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil.) durante o amadurecimento**. 2002. 71p. Tese (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- PINTO, L.V.A.; AMARAL DA SILVA, E.A.; DAVIDE, A.C.; MENDES DE JESUS, V.A.; TOOROP, P.E.; HILHORST, H.W.M. Mechanism and control of *Solanum lycocarpum* seed germination. **Annals of Botany**, London, v.100, n.6, p. 1175-1187, Dec. 2007.
- POWEL, A.A.; YULE, L.J.; JUNG, H.C.; GROOT, P.C. The influence of aerated hydration seed treatment on seed longevity as assessed by the viability equation. **Journal Experimental Botany**, Oxford, v.51, n.353, p.2031-2043, Dec. 2000.
- REIS, G.G. dos; REIS, M. das G.F.; MAESTRI, M.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L.M. de. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloesiana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.13, n.1, p.1-18, jan./jun. 1989.
- SAMÔR, O.J.M.; CARNEIRO, J.G.; BARROSO, D.G.; LELES, P.S. dos S. Qualidade de mudas de angico e sesbania, produzidas em diferentes recipiente e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.26, n.2, p. 209-215, mar. 2002.
- SANTOS, C.B. **Efeitos de modelos de tubetes e tipo de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don**. 1998. 65p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.
- SANTOS, C.B.; LONGHI, S.J.; HOPPE, J.M.; MOSCOVICH, F.A. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D.Don. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n.2, p.1-15, jul. 2000.
- SILVA, J.A. de; SILVA, D.B. da; JUNQUEIRA, N.T.V.; ANDRADE, L.R.M. de. **Frutas nativas dos cerrados**. Brasília: EMBRAPA, 1994. 166p.
- SILVA, R.P. da; PEIXOTO, J.R.; JUNQUEIRA, N.T.V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* DEG). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.377-381, maio 2001.

SOON, K.J.; WHAN, C.Y.; GU, S.B.; KIL, A.C.; LAY, C.J. Effect of hidropriming to enhance the germination of gourd seeds. **Journal of Korean Society of Horticultutral Science**, Taejon, Korea, v.41, p.559-564, June 2000.

SOUZA, C.A.M.; OLIVEIRA, R.B.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J.S. Desenvolvimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16, n.3, p-243-249, jul. 2006.

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

ULHÔA, M. L. **Efeito da calagem e adubação fosfatada no crescimento inicial e nutrição de plantas de baru (*Dipteryx alata* Vog.), fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil) e Tingui (*Magonia pubescens* St. Hil).** 1997. 74p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VIDAL, M.C.; STACCIARINI-SERAPHIN, E.; CAMARA, H.H.L.L. Crescimento de plântulas de *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Lobeira) em casa de vegetação. **Acta Botânica Brasílica**, Rio de Janeiro, v.13, n.3, p.271-274, set. 1999.

WENDLING, L.; GATTO, A.; PAIVA, H.N.; GONÇALVES, W. **Planejamento e instalação de viveiros.** Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2001. 120p.

ANEXOS

		Pág.
TABELA 1A	Resumo da análise de variância para a variável porcentagem de germinação, segundo os tratamentos estudados.....	80
TABELA 2A	Resumo da análise de variância para a variável IVG, segundo os tratamentos estudados.....	80
TABELA 3A	Resumo da análise de variância para a variável: tempo para 50% de germinação, segundo os tratamentos estudados.....	81
FIGURA 1A	Valores médios estimados de IVG, em função dos potenciais hídricos (-Mpa) para cada período de embebição das sementes, nas temperaturas de 15°, 20° e 25°C, respectivamente.....	82
FIGURA 2A	Valores médios estimados de T50, em função dos potenciais hídricos (-Mpa) para cada período de embebição das sementes, nas temperaturas de 15°, 20° e 25°C, respectivamente.....	83

TABELA 1A Resumo da análise de variância para a variável porcentagem de germinação, segundo os tratamentos estudados.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio (valor <i>p</i>)
Tratamentos	36	178,8189 (p=0,0317)
Potencial (P)	3	868,6047 (p=0,0001)
Tempo de embebição (E)	2	63,0349 (p=0,5574)
Temperatura (T)	2	281,7024 (p=0,0786)
P x E	6	161,9865 (p=0,1855)
P x T	6	51,6656 (p=0,8191)
E x T	4	39,2242 (p=0,8317)
P x E x T	12	109,3633 (p=0,4382)
Adicional versus Fatorial	1	391,0223 (p=0,0598)
Erro	74	107,0121
CV (%)		12,62
¹ Pr < W		0,5441

¹ Teste de normalidade de Shapiro-Wilk.

TABELA 2A Resumo da análise de variância para a variável IVG, segundo os tratamentos estudados.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio (valor <i>p</i>)
Tratamentos	36	1,8868 (p<0,0001)
Potencial (P)	3	10,1801 (p<0,0001)
Tempo de embebição (E)	2	2,1940 (p<0,0001)
Temperatura (T)	2	3,0412 (p<0,0001)
P x E	6	2,1377 (p<0,0001)
P x T	6	0,2217 (p=0,0587)
E x T	4	0,6545 (p=0,0002)
P x E x T	12	0,8450 (p<0,0001)
Adicional versus Fatorial	1	0,0014 (p=0,9077)
Erro	74	0,1036
CV (%)		21,36
¹ Pr < W		0,8171

¹ Teste de normalidade de Shapiro-Wilk.

TABELA 3A Resumo da análise de variância para a variável tempo para 50% de germinação, segundo os tratamentos estudados.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio (valor <i>p</i>)
Tratamentos	36	179,4681 (p<0,0001)
Potencial (P)	3	782,1844 (p<0,0001)
Tempo de embebição (E)	2	223,0227 (p<0,0001)
Temperatura (T)	2	414,2252 (p<0,0001)
P x E	6	182,2993 (p<0,0001)
P x T	6	90,5946 (p<0,0001)
E x T	4	48,2595 (p=0,0075)
P x E x T	12	74,4571 (p<0,0001)
Adicional versus Fatorial	1	115,9166 (p=0,0035)
Erro	74	12,7629
CV (%)		15,29
¹ Pr< W		0,0533

¹ Teste de normalidade de Shapiro-Wilk.

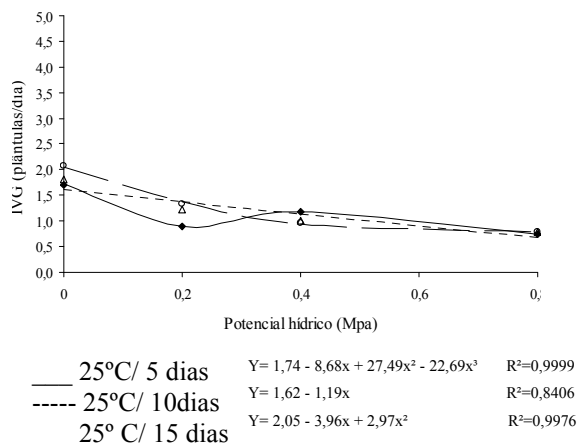
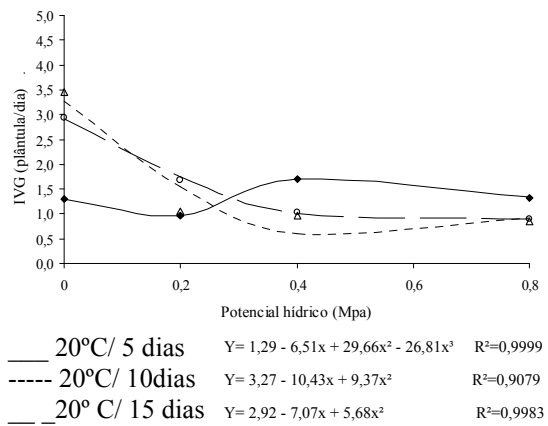
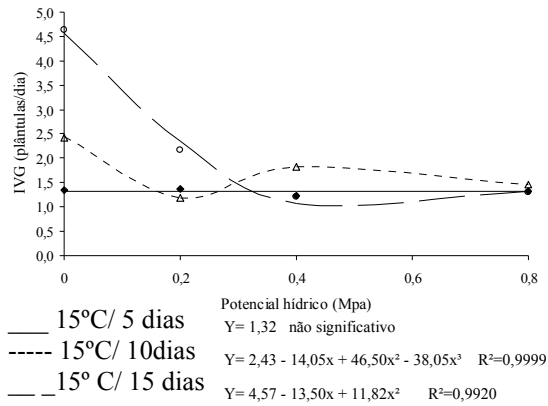
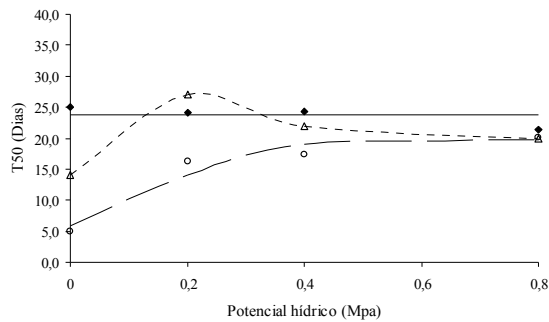
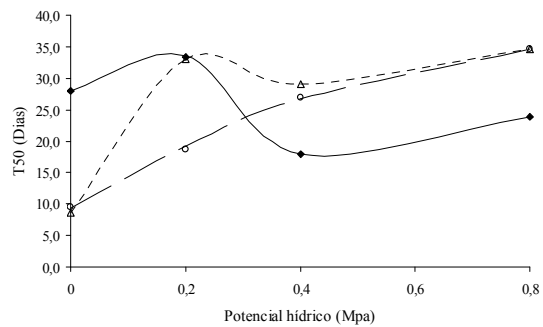


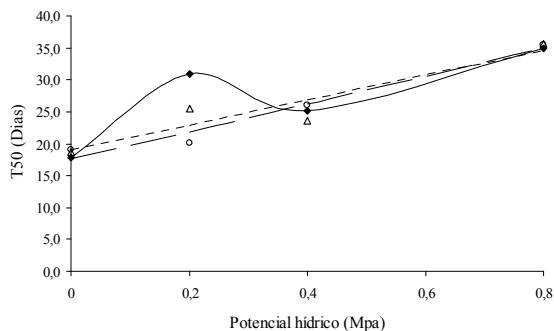
FIGURA 1A Valores médios estimados de IVG, em função dos potenciais hídricos (-Mpa) para cada período de embebição das sementes, nas temperaturas de 15°, 20° e 25°C, respectivamente. 87



— 15°C/ 5 dias $Y = 23,67$ não significativo
 - - - 15°C/ 10 dias $Y = 14,04 + 136,31x - 423,03x^2 + 327,41x^3$ $R^2=0,9999$
 - · - 15°C / 15 dias $Y = 5,87 + 48,41x - 38,85x^2$ $R^2=0,9292$



◆ 20°C / 5 dias obs.
 — 20°C/ 5 dias $Y = 27,92 + 122,04x - 576,04x^2 + 521,39x^3$ $R^2=0,9999$
 - - - 20°C/ 10 dias $Y = 8,64 + 234,58x - 664,95x^2 + 515,26x^3$ $R^2=0,9999$
 - · - 20°C / 15 dias $Y = 9,27 + 55,19x - 29,36x^2$ $R^2=0,9990$



— 25°C/ 5 dias $Y = 17,86 + 143,84x - 475,49x^2 + 403,04x^3$ $R^2=0,9999$
 - - - 25°C/ 10 dias $Y = 19,01 + 19,54x$ $R^2=0,8790$
 - · - 25°C / 15 dias $Y = 17,58 + 21,69x$ $R^2=0,9677$

FIGURA 2A Valores médios estimados de T50, em função dos potenciais hídricos (-Mpa) para cada período de embebição das sementes, nas temperaturas de 15°, 20° e 25°C, respectivamente.

