



**JANICE FERREIRA DO NASCIMENTO**

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO E  
PELETIZAÇÃO DE SEMENTES DE *Guazuma  
ulmifolia* Lam.**

**LAVRAS – MG**

**2011**

**JANICE FERREIRA DO NASCIMENTO**

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO E PELETIZAÇÃO DE  
SEMENTES DE *Guazuma ulmifolia* Lam.**

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

Orientador

Dr. Antônio Cláudio Davide

**LAVRAS – MG**

**2011**

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

Nascimento, Janice Ferreira do.

Condicionamento fisiológico e peletização de sementes de  
*Guazuma ulmifolia* Lam. / Janice Ferreira do Nascimento. – Lavras :  
UFLA, 2011.

68 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Antônio Cláudio Davide.

Bibliografia.

1. Mutamba. 2. Osmocondicionamento. 3. Recobrimento de  
semente. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 634.9562

**JANICE FERREIRA DO NASCIMENTO**

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO E PELETIZAÇÃO DE  
SEMENTES DE *Guazuma ulmifolia* Lam.**

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

Aprovada em 25 de fevereiro de 2011.

Dra. Flávia Carvalho dos Santos	UFLA
Dra. Letícia Renata de Carvalho	UFMG
Dr. Anderson Cleiton José	UFLA

Dr. Antônio Cláudio Davide  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2011**

*Aos amores da minha vida, meus pais João e Eunice, exemplos de humildade e bondade, que me ensinaram os valores mais importantes da vida: amor e respeito ao próximo; e que sempre acreditaram e incentivaram meus sonhos*

DEDICO

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciências Florestais, pela oportunidade de realização do mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

Ao meu orientador, Prof. Antônio Cláudio Davide, pelos ensinamentos, conselhos, brincadeiras e, principalmente, paciência ao longo do mestrado.

Aos professores Amaral, Anderson e José Márcio, pelas valiosas contribuições ao trabalho.

À Tatiana, amiga de todas as horas, pela companhia, momentos de alegria e não se preocupe que um dia eu devolvo a bota.

Ao Wilson que mesmo “me matando de vergonha” se tornou um grande amigo.

À Olívia, pelos sonhos com a dissertação que renderam valiosas sugestões.

À Ana Carla, pela amizade e por compartilhar as angústias, alegrias e preocupações que o mestrado proporciona.

Ao Lucas, por estar sempre presente (mesmo nos momentos errados), com bom humor e disposição pra ajudar.

Aos amigos do LSF: Joeferson, Lorena, Baleia, Gal, Antônio, Allan, Jessé, Maria Cecília e Cinara, pelos ótimos momentos compartilhados.

Aos funcionários do viveiro Zé Pedro, Eli, Jorge e Roberto, pela ajuda com os experimentos.

À minha família em Lavras: Edcarlos, Paulo, André, Gabriel e , pela amizade e ótima convivência.

À Fran, Eustáquio e Dalvinha, pela amizade e deliciosos almoços de domingo.

Aos membros da banca, pelas importantes sugestões.

A toda minha família e amigos, que mesmo de longe sempre me apoiaram e acreditaram em mim.

*“Oh, I get by with a little help from my friends,  
Oh, I get high with a little help from my friends,  
Mn, gonna try with a little help from my friends,  
With a little help from my friends”.*

Lennon/McCartney

## RESUMO

A utilização de métodos e tecnologias de produção como o condicionamento fisiológico e o recobrimento de sementes agrega valor às sementes e facilita a obtenção de um conjunto de características necessárias ao estabelecimento das plântulas. Diante disso, os objetivos deste trabalho foram: 1) avaliar o efeito do condicionamento fisiológico na germinação de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) sob déficit hídrico e 2) avaliar o efeito do condicionamento e da peletização na qualidade fisiológica de sementes de mutamba. Sementes de mutamba foram condicionadas em quatro potenciais osmóticos e colocadas para germinar sob condições ideais e de déficit hídrico. Além disso, as sementes condicionadas foram peletizadas com diferentes concentrações de superfosfato simples. Observou-se que em todos os meios germinativos o condicionamento fisiológico não trouxe melhora na germinação e que à medida que o déficit hídrico se torna mais severo há uma redução gradativa da germinabilidade. As sementes peletizadas, independente do condicionamento, apresentam uma redução no percentual de germinação e no índice de velocidade de germinação.

Palavras-chave: Osmocondicionamento. Recobrimento de sementes. Mutamba.



## **ABSTRACT**

The use of methods and production technologies such as priming and seed coating adds value to seed and facilitates the achievement of a set of characteristics required for seedling establishment. Therefore, the main objectives were: 1) evaluate the effect of priming on germination of mutamba (*G. ulmifolia* Lam) under drought and 2) evaluate the effect of conditioning and pelleting on physiological quality of seeds mutamba. Seeds were primed in four osmotic potential and allowed to germinate under ideal conditions and water deficit. In addition, primed seeds were pelleted with various concentrations of single superphosphate. It was observed that in all media germinal priming has not improved seed germination and as the drought becomes more severe there is a gradual reduction in germination. Pelleted seeds, regardless of conditioning, showed a reduction in the percentage of germination and germination speed index.

Keywords: Priming. Seeds coating. Mutamba.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

- Figura 1 Curvas de embebição de sementes de *G. ulmifolia* Lam. em água destilada e soluções de PEG 6000 a -0,2, -0,4 e -0,8 MPa ..... 30
- Figura 2 Germinação de sementes de *G. ulmifolia* Lam. submetidas ao condicionamento fisiológico (Controle – A; hidrocondicionamento – B; -0,2 MPa – C; -0,4 MPa – D e -0,8 MPa – E) e a diferentes níveis de déficit hídrico (0,0; -0,2; -0,4 e -0,8 MPa) ..... 34
- Figura 3 Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *G. ulmifolia* Lam. submetidas ao condicionamento fisiológico (Controle – A; hidrocondicionamento – B; -0,2 MPa – C; -0,4 MPa – D e -0,8 MPa – E) e a diferentes níveis de déficit hídrico (0,0; -0,2; -0,4 e -0,8 MPa) ..... 37
- Figura 4 Frequência relativa da germinação de sementes de *G. ulmifolia* Lam. em água, submetidas ao condicionamento fisiológico (Controle – A; hidrocondicionamento – B; -0,2 MPa – C; -0,4 MPa – D e -0,8 MPa – E) ..... 38
- Figura 5 Frequência relativa da germinação de sementes de *G. ulmifolia* Lam., submetidas ao condicionamento fisiológico (Controle – A; hidrocondicionamento – B; -0,2 MPa – C; -0,4 MPa – D e -0,8 MPa – E) e germinadas no potencial hídrico de -0,2 MPa ... 39
- Figura 6 Frequência relativa da germinação de sementes de *G. ulmifolia* Lam., submetidas ao condicionamento fisiológico (Controle – A; hidrocondicionamento – B; -0,2 MPa – C; -0,4 MPa – D e -0,8 MPa – E) e germinadas no potencial hídrico de -0,4 MPa ... 40

## CAPÍTULO 2

Figura 1	Equipamentos utilizados para peletização de sementes de <i>G. ulmifolia</i> Lam. A) Protótipo de máquina de peletização e B) Pistola de pressão .....	52
Figura 2	Sementes de <i>G. ulmifolia</i> Lam. peletizadas com secagem (A) e sem secagem (B) após o processo de peletização .....	55
Figura 3	Germinação em condições de laboratório de sementes nuas e peletizadas de <i>G. ulmifolia</i> Lam. em função de diferentes tamanhos de péletes (peneira 1 de 2,26 mm e peneira 2 de 3,96 mm) .....	57
Figura 4	Índice de velocidade de germinação de sementes nuas e peletizadas de <i>G. ulmifolia</i> Lam. em condições de laboratório e em função de diferentes tamanhos de péletes (peneira 1 de 2,26 mm e peneira 2 de 3,96 mm) .....	57
Figura 5	Germinação em viveiro de sementes nuas e peletizadas de <i>G. ulmifolia</i> Lam. em função de diferentes tamanhos de péletes (peneira 1 de 2,26 mm e peneira 2 de 3,96 mm) .....	58
Figura 6	Índice de velocidade de emergência de sementes nuas e peletizadas de <i>G. ulmifolia</i> Lam. em viveiro e em função de diferentes tamanhos de péletes (peneira 1 de 2,26 mm e peneira 2 de 3,96 mm) .....	59
Figura 7	Sementes de <i>G. ulmifolia</i> sem escarificação (A), após escarificação (B), peletizada com 2,26 mm de diâmetro (C) e peletizada com 3,96 mm de diâmetro (D) .....	60

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

- Tabela 1 Germinação de sementes de *G. ulmifolia* Lam. submetidas ao condicionamento fisiológico (Controle; hidrocondicionamento – HC; -0,2 MPa; -0,4 MPa e -0,8 MPa) e a diferentes níveis de déficit hídrico (0,0; -0,2; -0,4 e -0,8 MPa) ..... 33
- Tabela 2 Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *G. ulmifolia* Lam. submetidas ao condicionamento fisiológico (Controle; hidrocondicionamento – HC; -0,2 MPa; -0,4 MPa e -0,8 MPa) e a diferentes níveis de déficit hídrico (0,0; -0,2; -0,4 e -0,8 MPa) ..... 35
- Tabela 3 Formação de plântulas normais de sementes de *G. ulmifolia* Lam. submetidas ao condicionamento fisiológico (Controle; hidrocondicionamento – HC; -0,2 MPa; -0,4 MPa e -0,8 MPa) e a diferentes níveis de déficit hídrico (0,0; -0,2; -0,4 e -0,8 MPa) ..... 41

### CAPÍTULO 2

- Tabela 1 Porcentagem de germinação em laboratório de sementes de *G. ulmifolia* Lam. nuas (SN) ou peletizadas com diversas concentrações de superfosfato simples, sem condicionamento (SC) ou osmocondicionadas a -0,4 ou -0,8 MPa ..... 61
- Tabela 2 Índice de velocidade de germinação em laboratório de sementes de *G. ulmifolia* Lam. nuas (SN) ou peletizadas com diversas concentrações de superfosfato simples, sem condicionamento (SC) ou osmocondicionadas a -0,4 ou -0,8 MPa ..... 63

Tabela 3	Porcentagem de emergência de plântulas de <i>G. ulmifolia</i> Lam. a partir de sementes nuas (SN) ou peletizadas com diversas concentrações de superfosfato simples, sem condicionamento (SC) ou osmocondicionadas a -0,4 ou -0,8 MPa .....	64
Tabela 4	Índice de velocidade de emergência de plântulas de <i>G. ulmifolia</i> Lam. a partir de sementes nuas (SN) ou peletizadas com diversas concentrações de superfosfato simples, sem condicionamento (SC) ou osmocondicionadas a -0,4 ou -0,8 MPa .....	65

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL .....	16
REFERÊNCIAS.....	19
<b>CAPÍTULO 1 CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. SUBMETIDAS AO DEFICIT HÍDRICO.....</b>	<b>21</b>
RESUMO.....	22
ABSTRACT.....	23
1 INTRODUÇÃO.....	24
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	26
2.3 Determinação da curva de embebição .....	27
2.4 Condicionamento fisiológico .....	27
2.5 Germinação em água .....	28
2.6 Germinação em condições de déficit hídrico .....	29
2.7 Análise estatística.....	29
3 RESULTADO E DISCUSSÃO .....	30
3.1 Embebição de sementes de mutamba sob diferentes potenciais hídricos.....	30
3.2 Efeitos do condicionamento fisiológico sobre a germinação .....	32
4 CONCLUSÕES.....	42
REFERÊNCIAS.....	42
<b>CAPÍTULO 2 EFEITO DO OSMOCONDICIONAMENTO E DA PELETIZAÇÃO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam . .....</b>	<b>45</b>
RESUMO.....	46
ABSTRACT.....	47
1 INTRODUÇÃO.....	48
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	50

2.2 Condicionamento fisiológico .....	51
2.3 Peletização .....	51
2.4 Teste de germinação no laboratório .....	53
2.5 Teste de emergência em viveiro .....	53
2.6 Análise estatística .....	54
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>55</b>
3.1 Efeito do processo de peletização na qualidade dos péletes de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. ....	55
3.2 Efeito da espessura do pélete na germinação de sementes de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. ....	56
3.3 Efeito da peletização e do condicionamento na qualidade fisiológica de sementes de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. ....	61
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>66</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>66</b>

## **INTRODUÇÃO GERAL**

A regeneração de uma floresta pode ser natural e/ou artificial. A regeneração artificial ocorre pelo plantio de mudas ou pela semeadura direta. Este último mostra-se mais econômico quando comparado ao plantio de mudas, pois requer menos equipamentos, não necessita de viveiros além de evitar o estresse na muda causado pelo transplante.

As sementes de espécies florestais, principalmente àquelas pertencentes aos grupos de início de sucessão ecológica, apresentam algumas particularidades que dificultam tanto a produção de mudas como a sua semeadura direta em campo. Geralmente são sementes muito pequenas, de formato irregular e que apresentam dormência, dificultando sua germinação. Todos esses aspectos dificultam a coleta de sementes e a produção de mudas destas espécies.

Algumas técnicas aplicadas às sementes podem minimizar esses problemas e favorecer a germinação. O condicionamento fisiológico é uma dessas técnicas que tem sido pesquisada com o objetivo de melhorar a velocidade e uniformidade de germinação.

Essa técnica consiste no controle da velocidade de embebição de água pelas sementes, sem atingir umidade suficiente para que ocorra o alongamento celular e, conseqüentemente, a protrusão da radícula. Assim, ativam-se a digestão das reservas, a sua translocação e assimilação, para que as sementes componentes do lote alcancem estado metabólico relativamente uniforme quando o acesso à água é interrompido (MARCOS FILHO, 2005).

Algumas vantagens dessa técnica são o aumento na velocidade de germinação das sementes e emergência das plântulas, permite uma germinação mais sincronizada resultando em estande uniforme, aumenta a tolerância das sementes em germinar em condições adversas, permite a reestruturação das membranas e também a preparação para a germinação (CHEN et al., 2010;



FAROOQ et al., 2009; MARCOS FILHO, 2005; PEREIRA et al., 2005; ZHU, 2002).

Os trabalhos referentes à técnica de condicionamento fisiológico são bastante promissores, porém, se restringem à utilização de sementes de espécies cultivadas (JELLER, 2003). O uso dessa técnica com espécies florestais nativas é ainda muito limitado e, por essa razão, são necessárias informações de métodos que aumentem o poder germinativo dessas sementes (SOARES, 2009).

Outra técnica que pode ser aplicada em sementes florestais que facilita a semeadura é o recobrimento de sementes. Esta técnica consiste basicamente em aplicar camadas sucessivas de um material sólido inerte sobre as sementes em constante movimento dentro de um tambor rotativo, alternando a aplicação do material de enchimento com a pulverização de um cimentante solúvel em água. (SANTOS, 2009; SILVA, 1997; SILVA; NAKAGAWA, 1998a; SILVA et al., 2002). O recobrimento envolve tanto a peletização de sementes, como o recobrimento com filmes de polímeros e outros produtos para encapsulamento da semente (SANTOS, 2009).

A peletização visa dar à semente nova forma e novo tamanho, facilitado a semeadura mecanizada, principalmente daquelas sementes muito pequenas, pilosas, rugosas ou deformadas. Dessa forma diminuí-se o consumo de sementes reduzindo os custos de implantação do povoamento, além da possibilidade de incorporação de nutrientes, reguladores de crescimento e outros agroquímicos durante o processo de revestimento, podendo constituir melhorias na sanidade das sementes e no estabelecimento das plântulas (GIMENEZ-SAMPAIO; SAMPAIO, 1994; SANTOS, 2009; SILVA et al., 2002).

Os materiais utilizados no recobrimento de sementes se subdividem em dois grupos: os adesivos/cimentantes e enchimento/cobertura ou acabamento (GIMENEZ-SAMPAIO; SAMPAIO, 1994).

Almeida (2004) afirma que o interesse crescente por sementes revestidas se baseia principalmente na técnica de semeadura de precisão, sendo que os estudos concentram-se principalmente em sementes de hortaliças e leguminosas. Em espécies florestais seu uso ainda é restrito. Comercialmente existem apenas sementes peletizadas de eucalipto. Na pesquisa alguns trabalhos foram desenvolvidos em *Pinus* e em algumas espécies florestais para a implantação de matas ciliares.

A agregação de valor às sementes, utilizando métodos e tecnologias de produção como o condicionamento fisiológico e o recobrimento das sementes é uma exigência de um mercado cada vez mais competitivo. Estas técnicas, aplicadas conjuntamente, podem ser uma forma de minimizar problemas de germinação e facilitar tanto a produção de mudas, com a redução no ciclo de produção, quanto à semeadura mecanizada direto em campo e agregar valor à semente.

A espécie utilizada para este estudo foi a *Guazuma ulmifolia* Lam. pertencente a família Sterculiaceae, popularmente conhecida como mutamba. Ocorre em todo o Brasil, principalmente na floresta latifoliada semidecídua. É uma espécie característica de formações secundárias e capoeiras abertas, pertencente ao grupo ecológico das pioneiras, semidecídua e heliófita (CARVALHO, 2007). Atinge 6-8 m de altura, com tronco de 30-50 cm de diâmetro, formando uma copa que cresce rapidamente e proporciona ótima sombra, sendo indicada para recomposição de áreas degradadas. Segundo Carvalho (2007), o processo reprodutivo da espécie se inicia ao redor de 5 anos de idade. O florescimento ocorre a partir do mês de setembro e estende-se até o início de novembro (LORENZI, 1992).

Seus frutos são cápsulas de coloração em preto, muito procurados por macacos e outros animais e produzem anualmente grande quantidade de sementes (LORENZI, 1992). As cápsulas são coletadas nos meses de agosto a

setembro, devendo ser secas ao sol, colocadas em sacos de aniagem, batidas com martelo de borracha e removido os resíduos. Apresenta, em média, 170.000 sementes/kg, sendo estas dormentes. O tratamento para quebra da dormência é a escarificação química com ácido sulfúrico concentrado por 50 minutos, seguido de lavagem em água corrente por uma hora. Nesta condição, a germinação ocorre entre 7 e 15 dias (DAVIDE; SILVA, 2008).

Neste contexto, objetivou-se avaliar o efeito do condicionamento fisiológico e da peletização, na qualidade fisiológica de sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, N. O. **Implantação de matas ciliares por plantio direto utilizando-se sementes peletizadas**. 2004. 269 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- CARVALHO, P. E. R. **Mutamba *Guazuma ulmifolia***. Colombo: EMBRAPA, 2007. 13 p. (Circular Técnica, 141).
- CHEN, K.; ARORA, R.; ARORA, U. Osmopriming of spinach (*Spinacia oleracea* L. cv. Bloomsdale) seeds and germination performance under temperature and water stress. **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 38, n. 1, p. 36-48, Apr. 2010.
- DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Viveiros florestais. In: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. (Ed.). **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: UFLA, 2008. p. 83-124.
- FAROOQ, M. et al. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, v. 29, n. 2, p. 185-212, 2009.
- GIMENEZ-SAMPAIO, T.; SAMPAIO, N. V. Recobrimento de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 4, n. 3, p. 20-52, dez. 1994.
- 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.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.

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

PEREIRA, C. E. et al. Condicionamento fisiológico e revestimento de sementes de pimentão. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 36, n. 1, p. 74-81, jan./abr. 2005.

SANTOS, F. C. Escarificação, tratamento químico, revestimento e armazenamento de sementes de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. 2009. 124 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SILVA, J. B. C. **Avaliação de métodos e materiais para peletização de sementes**. 1997. 127 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

SILVA, J. B. C.; NAKAGAWA, J. Métodos para avaliação de materiais de enchimento utilizados na peletização de sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 44-49, maio 1998.

SILVA, J. B. C.; SANTOS, P. E. C.; NASCIMENTO, W. M. Desempenho de sementes peletizadas de alface em função do material cimentante e da temperatura de secagem dos péletes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 67-70, mar. 2002.

SOARES, G. C. M. **Condicionamento fisiológico em sementes de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish)**. 2009. 53 p. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

ZHU, J. K. Salt and drought stress signal transduction in plants. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 53, p. 247-273, Nov. 2002.

**CAPÍTULO 1**

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO E GERMINAÇÃO DE  
SEMENTES DE *Guazuma ulmifolia* Lam. SUBMETIDAS AO DÉFICIT  
HÍDRICO**

## RESUMO

A falta de condições ambientais ótimas é um fator crítico na germinação e no estabelecimento de plântulas, sendo a seca um dos estresses abióticos que mais afetam a planta. O condicionamento fisiológico é um dos tratamentos pré-semeadura que são utilizados para aumentar e sincronizar a germinação, bem como para aumentar a tolerância das sementes às condições adversas. Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito do condicionamento fisiológico na germinação de sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. sob déficit hídrico. As sementes, coletadas na região de Lavras-MG, passaram por escarificação química com ácido sulfúrico antes dos testes. Foram feitas curvas de embebição das sementes em água destilada e em soluções osmóticas de PEG 6000 à -0,2, -0,4 e -0,8 MPa. Para o condicionamento fisiológico as sementes foram colocadas em placas de petri de 90 mm de diâmetro contendo água destilada ou soluções de PEG 6000 em potenciais de -0,2, -0,4 e -0,8 MPa. O tempo utilizado em cada condicionamento foi de 25 horas em água destilada, 41, 70 e 72 horas nas soluções de -0,2, -0,4 e -0,8 MPa, respectivamente. Após cada período de condicionamento as sementes foram lavadas em água corrente e colocadas em sala de secagem até atingirem o grau de umidade inicial. Em seguida foram montados testes de germinação em água e em condições de déficit hídrico com potenciais de -0,2, -0,4 e -0,8 MPa. A cada três dias as soluções de PEG foram trocadas, de modo a manter a oxigenação bem como os potenciais osmóticos do meio germinativo. Nestas condições, foi instalado um tratamento controle composto por sementes não condicionadas. Foi analisada a porcentagem final de germinação, o IVG e a frequência relativa. Os dados foram submetidos à ANAVA e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Observou-se que em todos os meios germinativos o condicionamento fisiológico não trouxe melhora na porcentagem de germinação e que à medida que o déficit hídrico se tornou mais severo houve uma redução da germinabilidade das sementes. O osmocondicionamento de -0,4 e -0,8 MPa proporcionou aumento do IVG quando as sementes foram colocadas para germinar em água e na condição de estresse de -0,2 MPa. A formação de plântulas normais diminui à medida que o potencial hídrico do meio é reduzido.

Palavras-chave: Osmocondicionamento. Estresse abiótico. Mutamba. PEG 6000.

[L1] Comentário: O uso do trema foi abolido

## ABSTRACT

The lack of optimal environmental conditions is a critical factor in germination and seedling establishment, drought is considered one of the most abiotic stresses that affect the plant. Priming is one of the pre-sowing treatments that are used to enhance and synchronize germination, and to increase the tolerance of seeds to adverse conditions. Thus, the objective was to evaluate the effect of priming on germination of *G. ulmifolia* Lam under drought. The seeds, collected in Lavras-MG, underwent chemical scarification with sulfuric acid before testing. Curves were made from soaking the seeds in distilled water and osmotic solutions of PEG 6000 at -0.2, -0.4 and -0.8 MPa. For priming the seeds were placed in Petri dishes 90 mm in diameter containing distilled water or PEG 6000 on potentials of -0.2, -0.4 and -0.8 MPa. The time spent in each conditioning was 25 hours in distilled water, 41, 70 and 72 hours in solutions of -0.2, -0.4 and -0.8 MPa, respectively. After each conditioning period the seeds were washed in water and placed in drying room until they reach the initial moisture content. After germination tests were mounted in water and in water deficit conditions with potentials -0.2, -0.4 and -0.8 MPa. Every three days the PEG solutions were exchanged in order to maintain oxygenation and the osmotic potential of the germination medium. Accordingly, we installed a control treatment consisting of unprimed seeds. We analyzed the final percentage of germination, the GSI and relative frequency. Data were submitted to ANOVA and means were compared by Tukey test at 5% probability. It was observed that in all media germinal priming has not improved the germination percentage and as the drought became more severe, there was a reduction in seed germination. Priming of -0.4 and -0.8 MPa showed increase of GSI when seeds were germinated in water and in the stress condition of -0.2 MPa. The formation of normal seedlings decreases as the water potential of the medium is reduced.

Keywords: Priming. Abiotic stress. Mutamba. PEG 6000.

## 1 INTRODUÇÃO

Diversos são os fatores que afetam o estabelecimento de plântulas no campo. Eles podem ser genéticos, ligados a qualidade da semente ou controlados pelo meio ambiente. Barbedo e Marcos Filho (1998) afirmam que a ausência de condições ambientais ótimas para a germinação e o estabelecimento de plântulas é o mais crítico. Essas condições adversas podem comprometer a velocidade e a porcentagem de emergência de plântulas, principalmente quando se adota a semeadura direta (PEREIRA, 2007).

A seca pode ser citada como um dos tipos de estresses abióticos mais importantes. Ela é definida como o período em que a falta de água afeta o crescimento e a produtividade das plantas (KURMAR, 2005). Para reduzir e evitar a exposição prolongada das sementes às condições de estresse que podem ocorrer durante a semeadura direta em campo, alguns tratamentos pré-semeadura podem ser utilizados, como o condicionamento fisiológico ou *priming*. Efeitos positivos do *priming* são evidentes sob condições de estresse, como já foi demonstrado em alguns trabalhos (JELLER; PEREZ, 2003; PEREIRA et al., 2005; SOARES, 2009). Desta maneira, o condicionamento fisiológico pode ser usado para conferir às sementes resistência ao estresse, melhorando seu desempenho sob condições adversas como, por exemplo, a baixa disponibilidade de água (BRADFORD, 1990; MARCOS FILHO, 2005).

O condicionamento fisiológico da semente consiste no controle da velocidade de embebição de água pelas sementes, sem atingir umidade suficiente para que ocorra o alongamento celular e, conseqüentemente, a protrusão da radícula. Assim, ativam-se a digestão das reservas, a sua translocação e assimilação, para que as sementes componentes do lote alcancem estado metabólico relativamente uniforme quando o acesso à água é interrompido (MARCOS FILHO, 2005).



Como vantagens dessa técnica pode-se citar o aumento na velocidade de germinação das sementes e emergência das plântulas, germinação mais sincronizada, aumento da tolerância das sementes em germinar em condições adversas, reestruturação das membranas e preparação para a germinação (CHEN et al., 2010; FAROOQ et al., 2009; MARCOS FILHO, 2005; PEREIRA et al., 2005; ZHU, 2002).

Segundo Marcos Filho (2005) existem diferentes técnicas de condicionamento fisiológico: hidrocondicionamento, onde as sementes são imersas diretamente em água; matricondicionamento, em que o controle da embebição pela semente se dá através de uma matriz sólida; e osmocondicionamento, onde as sementes são colocadas em soluções de potencial osmótico conhecido.

As principais substâncias utilizadas no osmocondicionamento são polietilenoglicol (PEG 6000 ou PEG 8000), manitol e sais orgânicos. O polietilenoglicol é o agente osmótico mais utilizado por ser inerte, não tóxico e de fácil manuseio, porém apresenta a desvantagem de ser, na maioria das vezes, necessário um sistema de aeração artificial, pois a solubilidade do oxigênio é inversamente proporcional à concentração de PEG (PEREIRA, 2007).

Segundo Pereira (2007), para se definir as condições mais adequadas para o condicionamento das sementes, é necessário conhecer o padrão de embebição dessas sementes e a influência dos principais fatores envolvidos nesse processo até o início da emissão da raiz primária e, especialmente, a melhor combinação de potencial e agente osmótico, temperatura, período e método de embebição do condicionamento.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito do osmocondicionamento na germinação de sementes de *Guazuma ulmifolia* sob diversas condições de déficit hídrico.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Sementes Florestais do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras.

### 2.1 Beneficiamento das sementes

As sementes de mutamba foram coletadas na região de Lavras-MG. O processo de beneficiamento das sementes seguiu metodologia recomendada por Davide et al. (1995), onde os frutos foram secos ao sol, colocados em sacos de aniagem, batidos com martelo de borracha e removido os resíduos. Até o momento dos experimentos as sementes foram armazenadas em saco de plástico, em câmara fria (5 °C e 40% UR). Para os experimentos foi feita seleção manual separando as sementes de impurezas resultantes do processo de beneficiamento.

[L2] Comentário: Em medidas em graus o numeral fica afastado

### 2.2 Quebra de dormência

Para superação da dormência, as sementes foram escarificadas com ácido sulfúrico na concentração de 98% durante 50 minutos e lavadas em água corrente por aproximadamente 10 minutos segundo recomendação de Davide et al. (1995). Após esse processo, as sementes foram colocadas em hipoclorito de sódio na concentração de 1% por 10 minutos e, em seguida, lavadas em água corrente por 2 minutos. As sementes foram colocadas em bandejas forradas com papel toalha e deixadas em temperatura ambiente para secar.

### 2.3 Determinação da curva de embebição

Quatro curvas de embebição foram realizadas para se definir os períodos adequados de exposição das sementes aos diferentes níveis de condicionamento. Foram utilizadas 25 repetições de uma semente incubadas em placas de Petri de 90 mm de diâmetro, forradas com duas folhas de papel de germinação umedecidas com água destilada ou com soluções de polietilenoglicol (PEG 6000) nos potenciais osmóticos de -0,2, -0,4 e -0,8 MPa. A determinação dos potenciais osmóticos de cada solução foi realizada de acordo com a tabela proposta por Michel e Kaufman (1973). Em seguida, as placas foram colocadas em câmara de germinação tipo BOD, a 25 °C com luz constante.

[L3] Comentário: separado

As sementes foram pesadas em balança com precisão de 0,001 g nos intervalos de 2 horas, até as primeiras 4 horas de embebição; 3 horas, até as 39 horas de embebição; de 6 horas, até as 93 horas de embebição e de 12 horas, até que fossem detectadas as fases I, II e III de embebição, considerando protrusão radicular como o início da fase III.

### 2.4 Condicionamento fisiológico

Para o condicionamento fisiológico as sementes foram distribuídas em placas de petri de 90 mm de diâmetro contendo água destilada (hidrocondicionamento) ou soluções de PEG 6000 (osmocondicionamento) em concentrações capazes de desenvolver potenciais hídricos de -0,2, -0,4, e -0,8 MPa. As sementes foram expostas a cada tratamento por períodos definidos a partir das curvas de embebição.

Após completarem cada período de condicionamento as sementes foram lavadas em água corrente para eliminar os resíduos da solução da PEG, por aproximadamente 2 minutos.

Para a secagem, as sementes foram distribuídas em bandejas forradas com papel de germinação e colocadas em sala de secagem (22 °C e 40% UR). Após secas, as sementes foram submetidas a teste de germinação em água e em condições de déficit hídrico.

[L4] Comentário: separado

## 2.5 Germinação em água

Para o teste de germinação em água foram utilizadas 4 repetições de 25 sementes distribuídas em placas de petri de 90 mm de diâmetro, forradas com duas folhas de papel de germinação e umedecidas com água destilada. Em seguida, as placas foram colocadas em câmara de germinação tipo BOD, a 25 °C com luz constante.

[L5] Comentário: separado

A contagem de germinação foi feita diariamente, sendo considerada germinada as sementes que apresentaram 1 mm de radícula protruída. Foram avaliadas também as plântulas normais e as sementes deterioradas ou duras.

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):

$$IVG = \sum_{i=1}^k \frac{n_i}{t_i}$$

Onde:

$n_i$ : número de sementes que germinam no  $t_i$ ;

$t_i$ : tempo entre o início do experimento e a  $i$ -ésima observação;

$k$ : último dia de observação.

A frequência relativa de germinação foi calculada pela fórmula (SANTANA; RANAL, 2004):

[L6] Comentário: sem trema

$$f_i = \frac{n_i}{\sum_{t=1}^k n_t}$$

Onde:

$n_i$ : número de sementes que germinam no dia  $i$ ;

$k$ : último dia de observação.

## 2.6 Germinação em condições de déficit hídrico

Para o teste de germinação em condições de déficit hídrico foram utilizadas 4 repetições de 25 sementes distribuídas em placas de petri de 90 mm de diâmetro, forradas com duas folhas de papel de germinação umedecidas com soluções de polietilenoglicol (PEG 6000) nos potenciais osmóticos -0,2, -0,4 e -0,8 MPa. A determinação dos potenciais osmóticos de cada solução foi realizada de acordo com a tabela proposta por Michel e Kaufman (1973). Em seguida, as placas foram colocadas em câmara de germinação tipo BOD, a 25 °C com luz constante. A cada três dias as soluções de PEG foram trocadas, de modo a manter constantes os potenciais osmóticos do meio germinativo. Nestas condições, foi instalado um tratamento controle composto por sementes não condicionadas.

[L7] Comentário: separado

As avaliações foram as mesmas feitas no teste de germinação em água.

## 2.7 Análise estatística

Todos os experimentos foram instalados segundo um delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições de 25 sementes para cada estudo

proposto. Os experimentos de germinação em condições de estresse hídrico constituíram um esquema fatorial 5 x 4 (5 tratamentos de condicionamento fisiológico e 4 potenciais osmóticos do meio germinativo). Os dados dos experimentos foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para a análise dos dados foi utilizado o software R. Os gráficos foram feitos utilizando o software Sigmaplot 11.0®.

### 3 RESULTADO E DISCUSSÃO

#### 3.1 Embebição de sementes de mutamba sob diferentes potenciais hídricos

Com relação ao efeito da embebição das sementes de *G. ulmifolia* em água destilada e em soluções de PEG 6000 a 25 °C, foi observado que as sementes seguem o padrão de embebição trifásico (Figura 1), proposto por Bewley e Black (1994).

[L8] Comentário: separado

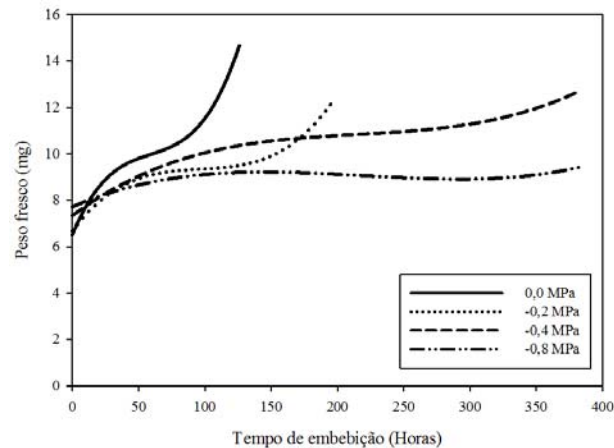


Figura 1 Curvas de embebição de sementes de *G. ulmifolia* Lam. em água destilada e soluções de PEG 6000 a -0,2, -0,4 e -0,8 MPa

Na fase I há uma rápida embebição de água pelas sementes, aumento da atividade respiratória, ativação das enzimas e início da degradação das substâncias de reserva. Na fase II a semente praticamente não absorve água, a atividade respiratória se estabiliza e ocorre a síntese de várias enzimas que irão degradar o endosperma e paredes celulares. Já a fase III, é marcada pelo crescimento da radícula, onde há um aumento na absorção de água e da atividade respiratória, permitindo assim, o crescimento do eixo embrionário (BEWLEY; BLACK, 1994).

Nas sementes germinadas em água a fase I durou aproximadamente 30 horas, já nos demais meios germinativos essa fase durou aproximadamente 40 horas. Mesmo com um atraso em alcançar a fase II, em situações de déficit hídrico, as sementes de mutamba conseguem embeber água suficiente para passar para a fase II. Isso se deve ao reduzido potencial mátrico verificado em sementes secas, o que justifica a hidratação das sementes mesmo em soluções com baixo potencial osmótico.

A duração da fase II foi estendida à medida que o potencial osmótico foi reduzido. Na água essa fase durou aproximadamente 40 horas, visivelmente mais rápida do que as sementes submetidas ao déficit hídrico. No potencial de -0,2 MPa a fase II durou aproximadamente 100 horas e em -0,4 MPa, cerca de 300 horas. No potencial mais negativo, -0,8 MPa, a germinação foi impedida, pois as sementes permaneceram na fase II indefinidamente, não alcançando a fase III. Heydecker et al. (1973) afirma que dependendo do potencial osmótico da solução, a emergência da radícula é impedida durante a embebição, porém a solução permite suficiente hidratação para o desenvolvimento dos processos metabólicos.

A demora para alcançar a fase III apresentada pelas sementes submetidas aos potenciais hídricos mais negativos é explicada pela maior dificuldade da semente em absorver água, pois a disponibilidade hídrica do meio

é limitada pela solução osmótica de PEG. Como consequência da embebição mais lenta, a germinação ocorre mais tardiamente ou é impedida, uma vez que a reativação do metabolismo é mais lenta.

[L9] Comentário: sem trema

Segundo Marcos Filho (2005), para a técnica de condicionamento fisiológico é importante conhecer o padrão de embebição das sementes em vários potenciais hídricos para estabelecer o momento em que as sementes devem ser retiradas do condicionamento. Neste trabalho os períodos utilizados para o condicionamento em água destilada ou em soluções de PEG a -0,2, -0,4 e -0,8 MPa foram de 25, 41, 70 e 72 horas, respectivamente.

### **3.2 Efeitos do condicionamento fisiológico sobre a germinação**

Não foi observada diferença significativa na germinação em água das sementes que foram condicionadas nos diferentes potenciais em relação ao controle (Tabela 1). Sob condições de estresse hídrico, as sementes apresentaram redução da germinabilidade quando o potencial osmótico do meio germinativo foi reduzido de -0,2 a -0,8 MPa, tanto nas sementes que foram condicionadas em água (HC) ou nos diferentes potenciais osmóticos, quanto nas que não foram condicionadas (controle).



Tabela 1 Germinação de sementes de *G. ulmifolia* Lam. submetidas ao condicionamento fisiológico (Controle; hidrocondicionamento – HC; -0,2 MPa; -0,4 MPa e -0,8 MPa) e a diferentes níveis de déficit hídrico (0,0; -0,2; -0,4 e -0,8 MPa).

Condicionamento	Potencial do meio germinativo (MPa)			
	0,0	-0,2	-0,4	-0,8
<b>Controle</b>	63 Aa	56 Aab	44 ABb	0 Ac
<b>HC</b>	68 Aa	52 Aa	33 Bb	0 Ac
<b>-0,2</b>	60 Aa	55 Aa	45 ABa	0 Ab
<b>-0,4</b>	66 Aa	58 Aa	58 Aa	3 Ab
<b>-0,8</b>	60 Aa	64 Aa	49 ABa	1 Ab

Médias acompanhadas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Foi observado que, no meio germinativo de -0,2 MPa não houve diferença estatística entre a porcentagem final de germinação, independente do condicionamento aplicado. Já nas sementes colocadas para germinar em um potencial de -0,4 MPa, aquelas que foram osmocondicionadas a -0,4 MPa apresentaram porcentagem final de germinação superior aos demais tratamentos.

O estresse mais severo (-0,8 MPa) inibiu a germinação das sementes de mutamba, apenas aquelas que foram condicionadas em -0,4 e -0,8 MPa apresentaram germinação, porém em porcentagens muito baixas, 3 e 1% respectivamente. Para Bewley & Black (1994) a inibição na emergência da raiz principal decorrente de uma disponibilidade menor de água relaciona-se, freqüentemente, com reduções na atividade de algumas enzimas com prejuízo ao metabolismo geral das sementes. O mesmo fato foi observado por Silva et al. (2005), onde a partir de potenciais hídricos de -0,7 MPa as sementes de faveleira não apresentaram germinação.

Soares (2009) estudou os efeitos do déficit hídrico na germinação de sementes de candeia (*Eremanthus erytropappus*) submetidas ao osmocondicionamento em diferentes concentrações de solução de PEG 6000 e foi evidenciado que o condicionamento osmótico aumentou a porcentagem de

germinação das sementes de candeia em condição de estresse hídrico quando comparado com sementes sem condicionamento. A autora observou que as sementes não condicionadas perderam sua capacidade de germinação nos potenciais osmóticos abaixo de  $-0,6\text{MPa}$ , sendo que as sementes osmocondicionadas mantiveram essa capacidade.

Em sementes de mutamba, independente do condicionamento a que a semente foi submetida, quando se restringe a quantidade de água do meio germinativo a porcentagem de germinação tende a cair, chegando a ser totalmente suprimida quando o potencial se torna muito negativo (Figura 2).

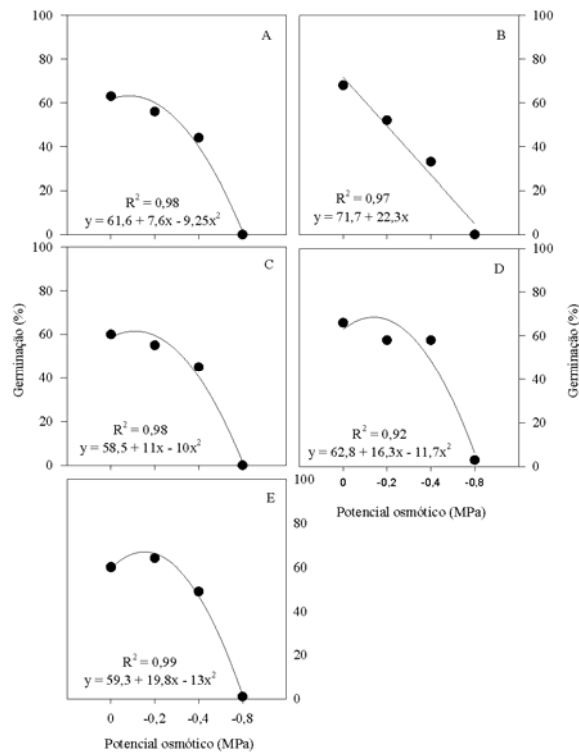


Figura 2 Germinação de sementes de *G. ulmifolia* Lam. submetidas ao condicionamento fisiológico (Controle – A; hidrocondicionamento – B;  $-0,2\text{ MPa}$  – C;  $-0,4\text{ MPa}$  – D e  $-0,8\text{ MPa}$  – E) e a diferentes níveis de déficit hídrico (0,0;  $-0,2$ ;  $-0,4$  e  $-0,8\text{ MPa}$ )

Segundo Marcos Filho (2005) a captação de água é imprescindível para o reinício de atividades metabólicas da semente após a maturidade, contribuindo para amolecer o tegumento, intensificar a velocidade respiratória, favorecer as trocas gasosas, induzir a síntese e a atividade de enzimas e hormônios e contribuir significativamente para a regularidade da digestão, translocação e assimilação das reservas e crescimento subsequente. Por isso, a deficiência hídrica é considerada o fator limitante da germinação de sementes não-dormentes (BEWLEY; BLACK, 1978).

Em relação ao índice de velocidade de germinação (Tabela 2), quando as sementes são colocadas para germinar em água pode-se observar que aquelas que foram condicionadas por 70 horas em solução de PEG a -0,4 MPa apresentaram maior velocidade de germinação quando comparadas aos demais tratamentos, inclusive ao controle.

Tabela 2 Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *G. ulmifolia* Lam. submetidas ao condicionamento fisiológico (Controle; hidrocondicionamento – HC; -0,2 MPa; -0,4 MPa e -0,8 MPa) e a diferentes níveis de déficit hídrico (0,0; -0,2; -0,4 e -0,8 MPa).

Condicionamento	Potencial do meio germinativo (MPa)			
	0,0	-0,2	-0,4	-0,8
<b>Controle</b>	3,4 Ca	2,4 Aab	0,9 Abc	0,0 Ac
<b>HC</b>	5,1 ABa	1,9 Ab	0,6 Abc	0,0 Ac
<b>-0,2</b>	4,4 BCa	2,0 Ab	0,8 Abc	0,0 Ac
<b>-0,4</b>	6,4 Aa	1,8 Ab	0,9 Abc	0,0 Ac
<b>-0,8</b>	5,5 ABa	3,1 Ab	1,0 Ac	0,0 Ac

Médias acompanhadas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Apesar da porcentagem final de germinação não ter diferido entre os tratamentos, ao analisar o IVG percebe-se que o condicionamento proporcionou melhores resultados naquelas sementes germinadas em água. Segundo diversos autores, a aceleração na velocidade de germinação é a observação mais

freqüente após o condicionamento (CHEN et al., 2010; MARCOS FILHO, 2005; PEREIRA et al., 2005; ZHU, 2002).

À medida que o potencial hídrico do meio se torna mais baixo (-0,2; -0,4 e -0,8 MPa) o condicionamento não foi eficaz em aumentar a velocidade de germinação.

Anese (2009) avaliou o efeito do condicionamento fisiológico no desempenho germinativo de sementes de lobeira e constatou que o hidrocondicionamento não interferiu na porcentagem final de germinação quando comparado com o tratamento controle, porém apresentou maior IVG. Estudando o efeito do condicionamento osmótico na germinação de sementes de aspargo, Bittencourt et al. (2004) concluíram que o condicionamento em PEG permitiu aumentar a germinação das sementes e a velocidade de emergência das plântulas.

Assim como foi observado na germinação nos diferentes níveis de estresse, o IVG também apresentou uma queda à medida que o potencial osmótico do meio germinativo foi ficando mais negativo independente do condicionamento utilizado na semente (Figura 3).

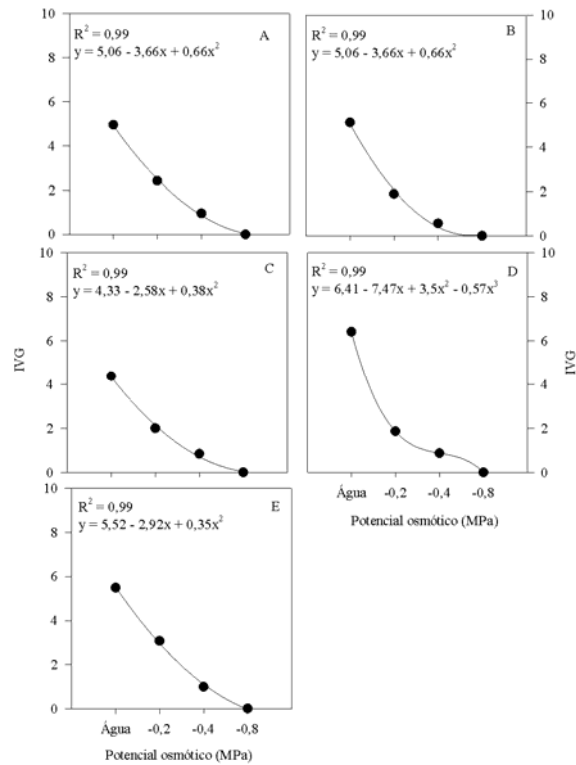


Figura 3 Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *G. ulmifolia* Lam. submetidas ao condicionamento fisiológico (Controle – A; hidrocondicionamento – B; -0,2 MPa – C; -0,4 MPa – D e -0,8 MPa – E) e a diferentes níveis de déficit hídrico (0,0; -0,2; -0,4 e -0,8 MPa)

Com relação à frequência relativa de germinação em água (Figura 4) observa-se que a germinação em todos os tratamentos atinge o pico antes do quinto dia, indicando uma sincronização na germinação. As sementes condicionadas em água destilada e em -0,2 MPa continuaram a germinar por até após 40 dias de semeadura.

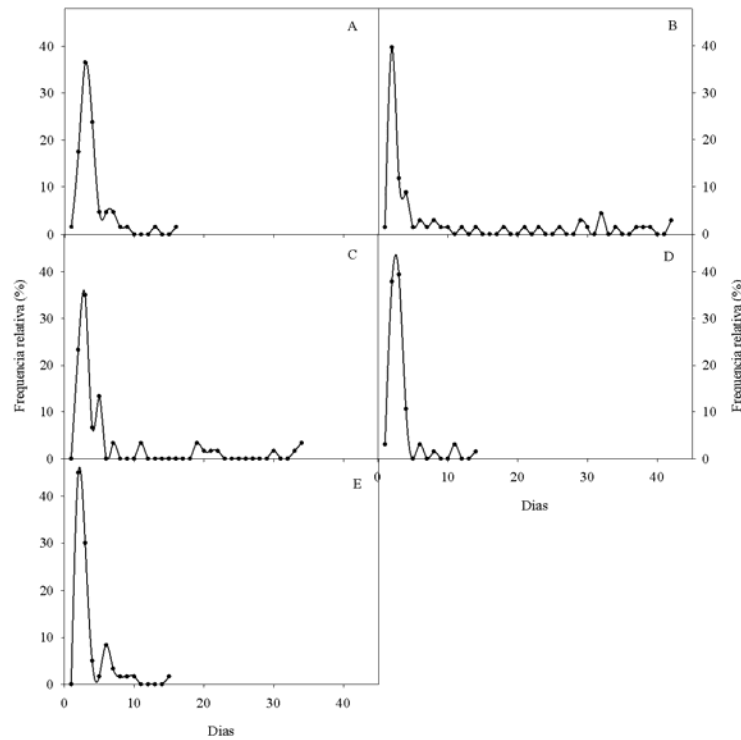


Figura 4 Frequência relativa da germinação de sementes de *G. ulmifolia* Lam. em água, submetidas ao condicionamento fisiológico (Controle – A; hidrocondicionamento – B; -0,2 MPa – C; -0,4 MPa – D e -0,8 MPa – E)

A distribuição polimodal das frequências relativas das sementes mudava no potencial hídrico de -0,2 MPa mostra certa desuniformidade da germinação das sementes condicionadas nos diferentes potenciais. Entretanto, o osmocondicionamento alterou a cinética da germinação, deslocando a linha poligonal referente às frequências relativas de germinação para a esquerda (Figura 5).

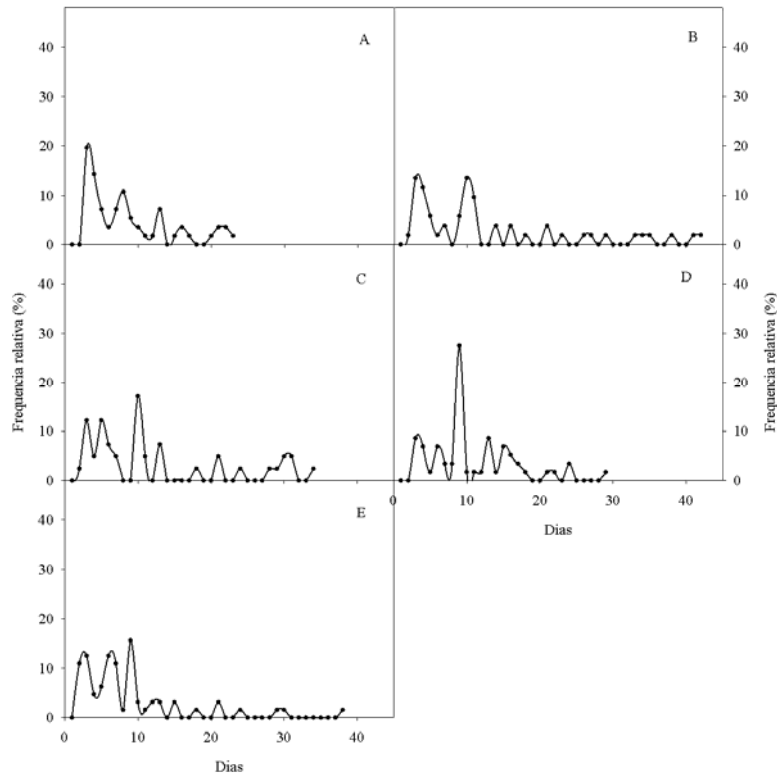


Figura 5 Frequência relativa da germinação de sementes de *G. ulmifolia* Lam., submetidas ao condicionamento fisiológico (Controle – A; hidrocondicionamento – B; -0,2 MPa – C; -0,4 MPa – D e -0,8 MPa – E) e germinadas no potencial hídrico de -0,2 MPa

As sementes submetidas ao estresse de -0,4 MPa (Figura 6) apresentaram freqüências relativas polimodais, indicando uma desuniformidade na germinação mesmo naquelas sementes que passaram por condicionamento, o que sugere que as sementes de mutamba distribuem a germinação ao longo do tempo sempre que o potencial hídrico do meio é reduzido.

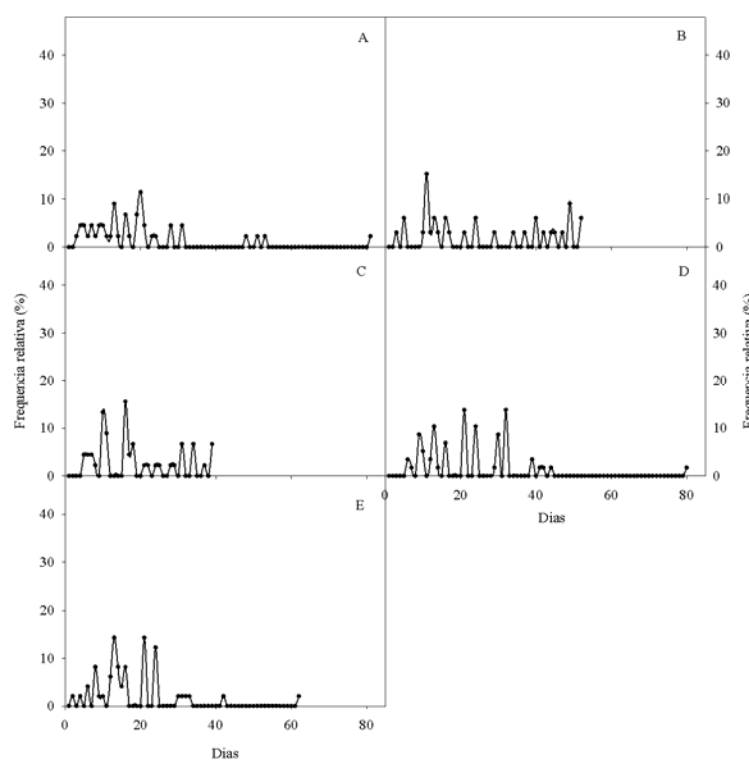


Figura 6 Frequência relativa da germinação de sementes de *G. ulmifolia* Lam., submetidas ao condicionamento fisiológico (Controle – A; hidrocondicionamento – B; -0,2 MPa – C; -0,4 MPa – D e -0,8 MPa – E) e germinadas no potencial hídrico de -0,4 MPa

Quando se compara as frequências relativa das sementes no déficit de -0,2 MPa com aquelas germinadas em potencial de -0,4 MPa pode-se observar que o condicionamento promoveu maior sincronização da germinação para sementes submetidas ao estresse de -0,2 MPa.

Dentre a porcentagem de sementes que germinou, o desenvolvimento final de plântulas normais em água (Tabela 3) não foi afetado pelo condicionamento, uma vez que não houve diferença significativa entre os tratamentos. Em situação de estresse de -0,2 MPa também não houve diferença

**[L10] Comentário:** singular para concordar com a porcentagem) substantivo ao qual se refere o verbo germinar que apesar da idéia plural está no singular



significativa na formação de plântulas entre os tratamentos, apesar de que as sementes condicionadas terem maior porcentagem de plântulas quando comparadas ao controle (81%).

Tabela 3 Formação de plântulas normais de sementes de *G. ulmifolia* Lam. submetidas ao condicionamento fisiológico (Controle; hidrocondicionamento – HC; -0,2 MPa; -0,4 MPa e -0,8 MPa) e a diferentes níveis de déficit hídrico (0,0; -0,2; -0,4 e -0,8 MPa).

Condicionamento	Potencial do meio germinativo (MPa)			
	0,0	-0,2	-0,4	-0,8
<b>Controle</b>	90 Aa	81 Aab	66 BCb	0 Ac
<b>HC</b>	84 Aa	95 Aa	52 Cb	0 Ac
<b>-0,2</b>	88 Aa	94 Aa	96 Aa	0 Ab
<b>-0,4</b>	86 Aa	95 Aa	84 ABa	0 Ab
<b>-0,8</b>	83 Aab	93 Aa	72 Bb	0 Ac

Médias acompanhadas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Quando o potencial do meio germinativo é diminuído para -0,4 MPa, observa-se que aquelas sementes condicionadas em -0,2 e -0,4 MPa obtêm maior porcentagem de formação de plântulas, 96 e 84% respectivamente. Foi este meio germinativo que apresentou a maior porcentagem de sementes que germinaram e não conseguiram se desenvolver até a formação de plântulas normais.

No estresse mais severo (-0,8 MPa) a formação de plântulas é totalmente impedida, mesmo nos condicionamentos de -0,4 e -0,8 MPa em que houve alguma germinação. De acordo com Caproni et al. (1993) espécies diferentes resistem a diversos valores de potencial hídrico, ocorrendo diminuição drástica ou inibição total da emergência de plântulas.

Apesar de que algumas sementes, depois de germinadas, terem sido contaminadas por fungos e impedidas de se desenvolver completamente, houve considerável morte de plântulas devido ao estresse hídrico, principalmente no potencial de -0,4 MPa. Mesmo as sementes que foram condicionadas apresentaram uma redução na formação de plântulas normais neste potencial.

#### 4 CONCLUSÕES

- Para o lote estudado o condicionamento fisiológico não trouxe aumento na porcentagem de germinação.
- À medida que o déficit hídrico se torna mais severo houve uma redução da germinabilidade.
- O osmocondicionamento de -0,4 e -0,8 MPa proporcionou aumento do IVG quando as sementes foram colocadas para germinar em água e na condição de estresse hídrico de -0,2 MPa.
- A formação de plântulas normais diminui à medida que o potencial hídrico do meio é reduzido.

#### REFERÊNCIAS

ANESE, S. **Condicionamento de sementes *Solanum lycocarpum* St. Hill e o desenvolvimento de mudas na fase inicial**. 2009. 88 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

BARBEDO, C. J.; MARCOS FILHO, J. Tolerância à dessecação em sementes. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 113-204, mar./abr. 1998.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination**: development, germination and growth. Berlin: Springer Verlag, 1978. v. 2, 306 p.

\_\_\_\_\_. **Seeds**: physiology of development and germination. New York: Plenum, 1994. 445 p.

BITTENCOURT, M. L. C. et al. Efeito do condicionamento osmótico das sementes na germinação e no crescimento das plântulas de aspargo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 50-56, jan./fev. 2004.

BRADFORD, K. J.; STEINER, J. J.; TRAWATHA, S. E. Seed priming influence on emergence and emergence of pepper seed lots. **Crop Science**, Madison, v. 30, n. 3, p. 718-721, Mar. 1990.

CAPRONI, A. L.; VIEIRA, J. L.; DAVIDE, A. C. Germinação de sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus citriodora* Hook, em dois tamanhos, submetidas a diferentes potenciais osmóticos. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1993. v. 1, p. 289-291.

CHEN, K.; ARORA, R.; ARORA, U. Osmopriming of spinach (*Spinacia oleracea* L. cv. Bloomsdale) seeds and germination performance under temperature and water stress. **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 38, n. 1, p. 36-48, Apr. 2010.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; BOTELHO, S. A. **Propagação de espécies florestais**. Belo Horizonte: CEMIG, 1995. 45 p.

FAROOQ, M. et al. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, v. 29, n. 2, p. 185-212, 2009.

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

KUMAR, D. Breeding for drought resistance. In: ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. (Ed.). **Abiotic stresses: plant resistance through breeding and molecular approaches**. New York: Food Products, 2005. p. 145-175.

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

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

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

PEREIRA, C. E. et al. Condicionamento fisiológico e revestimento de sementes de pimentão. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 36, n. 1, p. 74-81, jan./abr. 2005.

PEREIRA, M. D. **Condicionamento osmótico de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.)**. 2007. 83 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Brasília: UnB, 2004. 247 p.

SILVA, L. M. M. et al. Estresse hídrico e condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de *Cnidoscolus juercifolius*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 1, p. 66-72, 2005.

SOARES, G. C. M. **Condicionamento fisiológico em sementes de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish)**. 2009. 53 p. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

ZHU, J. K. Salt and drought stress signal transduction in plants. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 53, p. 247-273, Nov. 2002.

## **CAPÍTULO 2**

**EFEITO DO OSMOCONDICIONAMENTO E DA PELETIZAÇÃO NA  
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Guazuma ulmifolia*  
Lam.**

## RESUMO

O recobrimento de sementes reduz o custo de produção diminuindo o consumo de sementes, facilita a semeadura mecanizada, além de possibilitar a incorporação de nutrientes. Neste contexto, objetivou-se avaliar o efeito do condicionamento e da peletização na qualidade fisiológica de sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. As sementes, coletadas na região de Lavras-MG, passaram por escarificação química com ácido sulfúrico antes dos testes. Para o condicionamento fisiológico as sementes foram colocadas em placas de petri de 90 mm de diâmetro contendo soluções de PEG 6000 em potenciais de -0,4 e -0,8 MPa, por 70 e 72 horas, respectivamente. Após o condicionamento as sementes foram lavadas em água corrente e colocadas em sala de secagem até atingirem o grau de umidade inicial. Para a peletização, as sementes foram colocadas em uma betoneira adaptada, onde foi aplicado de forma alternada o adesivo e o material de enchimento. Foi utilizado como adesivo a cola Cascorez Extra® (PVA), na concentração de 20% (v/v), e como material de enchimento areia fina e o fertilizante superfosfato simples nas seguintes concentrações: 0, 500, 1000, 1500 e 2000 mg/kg. Frequentemente os péletes foram sendo peneirados e após adquirirem o tamanho desejado, os mesmos foram secados em estufa de circulação forçada de ar, a 40 °C, por 30 minutos. Para os testes de laboratório foram utilizadas 4 repetições de 25 sementes distribuídas em placas de petri de 90 mm de diâmetro, forradas com 2 folhas de papel de germinação. As placas foram colocadas em câmara de germinação tipo BOD, a 25 °C com luz constante. Foi analisada a porcentagem final de germinação e o IVG. O teste de emergência foi instalado no viveiro em sementeira de 1 x 6 m, contendo como substrato terra de subsolo, esterco de curral, casca de arroz carbonizada e areia na proporção de 3:1:1:1. O experimento foi irrigado 2 vezes ao dia até 30 dias após semeadura. A contagem de plântulas emergidas foi feita diariamente. Ao final das avaliações foi calculada a porcentagem final de emergência das plântulas e o índice de velocidade de emergência. Os dados dos experimentos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As sementes nuas apresentam velocidade de germinação e emergência maior do que as sementes peletizadas. Independente ao condicionamento, os péletes apresentam uma redução no percentual de germinação. A presença de fertilizante no pélete diminui a porcentagem de germinação. O osmocondicionamento a -0,4 MPa impediu a redução do IVE para as sementes peletizadas.

[L11] Comentário: separado

[L12] Comentário: separado

Palavras-chave: Revestimento de sementes. Condicionamento fisiológico.  
Mutamba. Superfosfato simples

## ABSTRACT

Seed coating reduces the production cost by reducing the consumption of seeds, facilitates mechanical seeding, besides allowing the incorporation of nutrients. In this context, the objective was to evaluate the effect of conditioning and pelleting on physiological quality of seeds of *G. ulmifolia* Lam. Seeds collected in Lavras-MG, underwent chemical scarification with sulfuric acid before testing. For priming the seeds were placed in Petri dishes 90 mm in diameter containing PEG 6000 at potentials -0.4 and -0.8 MPa for 70 and 72 hours respectively. After conditioning, seeds were washed in water and placed in drying room until they reach the initial moisture content. For pelleting, the seeds were placed in a suitable mixer, where it was applied on an alternating adhesive and filling material. Was used as an adhesive to glue Cascorez Extra® (PVA) at a concentration of 20% (v / v) and as a filler and fine sand superphosphate fertilizer at the following concentrations: 0, 500, 1000, 1500 and 2000 mg / kg. Often the pellets were being sieved and after acquiring the desired size, they were dried in an oven of forced air at 40 ° C for 30 minutes. For the lab tests were used four replicates of 25 seeds were distributed in Petri dishes 90 mm in diameter, covered with 2 sheets of germination. The plates were placed in a germination chamber BOD at 25 ° C with constant light. We analyzed the final percentage of germination and GVI. The emergence test was installed in the nursery at sowing 1 x 6 m, with a subsoil as a substrate, manure, rice hulls and sand at a ratio of 3:1:1:1. The experiment was irrigated two times a day until 30 days after sowing. Counting of seedlings was done daily. At the end of the evaluations was calculated the final percentage of seedling emergence and rate of emergency. Data from experiments were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5% probability. Bare seeds exhibit rapid germination and emergence greater than pelleted seeds. Regardless of the conditioning, the pellets showed a reduction in the percentage of germination. The presence of fertilizer in pellet decreased the germination percentage. Priming at -0.4 MPa prevented the reduction in ESI for pelleted seeds.

Keywords: Seed coat. Priming. Mutamba. Superphosphate.

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de métodos e tecnologias de produção como o recobrimento de sementes agrega valor às sementes, além de facilitar a obtenção de um conjunto de características necessárias ao estabelecimento das plântulas.

Os revestimentos proporcionam uma cobertura durável, permeável à água, com a possibilidade de aplicação em sementes de diferentes formas e tamanhos, sem afetar seu processo germinativo (BACON; CLAYTON, 1986; PIRES et al., 2004).

Segundo Santos (2009) o recobrimento envolve tanto a peletização de sementes, como o recobrimento com filmes de polímeros e outros produtos para encapsulamento da semente.

O processo de peletização consiste basicamente em aplicar camadas sucessivas de um material sólido inerte sobre as sementes em constante movimento dentro de um tambor rotativo, alternando a aplicação do material de enchimento com a pulverização de um cimentante solúvel em água, visando dar à semente nova forma e novo tamanho, principalmente daquelas sementes muito pequenas, pilosas, rugosas ou deformadas, facilitando a semeadura mecanizada (SANTOS, 2009; SILVA, 1997; SILVA; NAKAGAWA, 1998a; SILVA et al., 2002).

A peletização constitui uma técnica promissora de tratamento na pré-semeadura, pois reduz o custo de produção diminuindo o consumo de sementes, e facilita a mecanização da semeadura. Além disso, têm-se a possibilidade de incorporação de nutrientes, reguladores de crescimento e outros agroquímicos durante o processo de revestimento, podendo constituir melhorias na sanidade das sementes e no estabelecimento das plântulas. Para algumas espécies, o menor consumo de sementes pode viabilizar a utilização de semente de melhor qualidade genética, especialmente as sementes híbridas (BAUDET; PERES,



2004; BONOME, 2003; GIMENEZ-SAMPAIO; SAMPAIO, 1994; SANTOS, 2009; SILVA et al., 2002).

No caso da semeadura direta sobre o solo com vegetação preexistente, é que as sementes recobertas possuem uma capacidade muito maior de penetrar no interior dessa vegetação, favorecendo seu estabelecimento. (GIMENEZ-SAMPAIO; SAMPAIO; 1994).

Quando a semente entra em contato com o solo, o recobrimento não deve oferecer resistência à radícula e a estrutura que irá formar a parte aérea da planta, devendo permitir a passagem de água e oxigênio para que o embrião comece a desenvolver-se naturalmente. Entretanto, dependendo do tipo de material utilizado para o revestimento, alguns tipos de péletes podem constituir barreiras para a germinação, retardando o crescimento e causando a desuniformidade na emergência das plântulas (SILVA; NAKAGAWA, 1998b).

Os materiais utilizados no recobrimento se subdividem em dois grupos: os adesivos/cimentantes e enchimento/cobertura ou acabamento (GIMENEZ-SAMPAIO; SAMPAIO, 1994). Estes materiais influenciam, dentre outros aspectos, a rigidez do pélete, a absorção de água e a troca gasosa entre a semente e o ambiente externo ao pélete. Todos estes aspectos afetam diretamente a germinação das sementes (SILVA, 1997; SILVA; NAKAGAWA, 1998a)

A integridade física dos péletes e a quebra da resistência ao serem umedecidos são características muito importantes. Os péletes não devem se desmanchar ou quebrar durante o processo de classificação, no transporte, no manuseio ou na semeadura mecanizada (SILVA; NAKAGAWA, 1998b). Ao serem umedecidos após a semeadura, devem se desintegrar com facilidade, para não constituírem resistência à germinação.

Segundo Almeida (2004) o interesse crescente por sementes peletizadas se baseia principalmente na técnica de semeadura de precisão, sendo que os estudos concentram-se principalmente em sementes de hortaliças e leguminosas.

Em espécies florestais seu uso ainda é restrito. Comercialmente existem apenas sementes peletizadas de eucalipto. Na pesquisa alguns trabalhos foram desenvolvidos em *Pinus* e em algumas espécies florestais para a implantação de matas ciliares (ALMEIDA et al., 2001; ALMEIDA, 2004; DAVIDE et al., 2001).

As sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. são muito pequenas o que dificulta a semeadura mecanizada desta espécie, principalmente em grandes áreas que necessitam de recuperação. A peletização permite melhorar a trabalhabilidade da semente, aumentando o e uniformizando o seu tamanho, permitindo a semeadura mecanizada.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito do osmocondicionamento e da peletização na qualidade fisiológica de sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Sementes Florestais e no Viveiro Florestal, ambos do Departamento de Ciências Florestais e na usina de Beneficiamento de Sementes do Departamento de Agricultura, ambos da Universidade Federal de Lavras.

### **2.1 Beneficiamento e quebra de dormência das sementes**

O processo de beneficiamento e quebra de dormência das sementes de mutamba seguiu a metodologia descrita no item 2.1 e 2.2 do capítulo 1.

## 2.2 Condicionamento fisiológico

Neste experimento foram utilizados os condicionamentos que apresentaram os melhores resultados com relação à germinação e índice de velocidade de germinação estudados no capítulo 1: sementes sem condicionamento (Controle), osmocondicionadas a -0,4 e -0,8 MPa.

Para o condicionamento fisiológico, as sementes foram distribuídas em placas de petri de 90 mm de diâmetro contendo soluções de PEG 6000 em concentrações capazes de desenvolver potenciais hídricos de -0,4 e -0,8 MPa. As sementes foram expostas ao potencial de -0,4 MPa por 70 horas e ao potencial de -0,8 MPa por 72 horas. Após completarem cada período de condicionamento as sementes foram lavadas em água corrente para eliminar os resíduos da solução da PEG, por aproximadamente 2 minutos.

Para a secagem, as sementes foram distribuídas em bandejas forradas com papel de germinação e colocadas em sala de secagem (22 °C e 40% UR).

[L13] Comentário: separado

## 2.3 Peletização

O procedimento de peletização foi feito conforme metodologia adotada por Almeida (2004), em que as sementes foram colocadas em um protótipo de máquina de peletização (Figura 1A) e, alternadamente, colocava-se o adesivo com uma pistola de pressão (Figura 1B), e o material de enchimento manualmente até os péletes adquirirem o tamanho e o formato desejado.

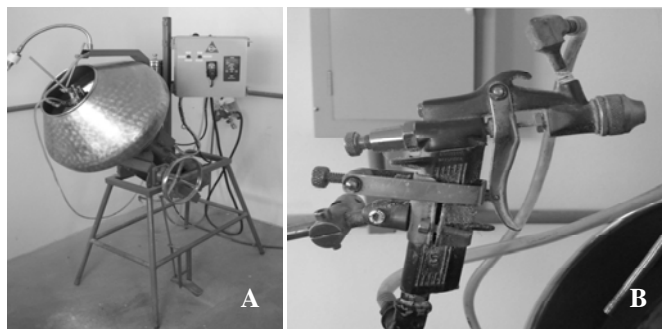


Figura 1 Equipamentos utilizados para peletização de sementes de *G. ulmifolia* Lam. A) Protótipo de máquina de peletização e B) Pistola de pressão

Foi utilizado como adesivo a cola Cascorez Extra® (PVA), na concentração de 20% (v/v), e como material de enchimento areia fina coletada na região de Itutinga-MG e o fertilizante superfosfato simples (18% de  $P_2O_5$ , 25% de CaO, 12% de S) nas seguintes concentrações: 0, 500, 1000, 1500 e 2000 mg/kg. Tanto a areia quanto o fertilizante passaram por peneira com malha de 212 mesh. Antes de serem peletizadas, as sementes de mutamba foram peneiradas em peneiras com malha de 850 mesh para uniformizar o tamanho.

O cimentante foi aplicado por pulverização dirigida à massa circulante dentro da betoneira, recebendo aos poucos os materiais de enchimento e cimentante até que estes aderissem à superfície da semente em camadas sucessivas até atingir o tamanho desejado. Frequentemente os péletes foram peneirados, utilizando duas peneiras de malhas circulares com as seguintes dimensões: peneira 1 (2,26 mm) e peneira 2 (3,96 mm), passando primeiro pela peneira 2 e em seguida pela peneira 1. Os péletes que ficavam retidos nas peneiras foram separados e colocados para secar e o restante retornava à betoneira para dar continuidade ao processo. O processo de peletização durou de 20 a 40 minutos de acordo com o tamanho do pélete.

Alguns péletes foram deixados para secar em temperatura ambiente, porém todos apresentaram rachaduras e se desmanchavam facilmente, por isso

adotou-se secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 40 °C, por 30 minutos.

[L14] Comentário: separado

#### 2.4 Teste de germinação no laboratório

Para o teste de germinação foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes distribuídas em placas de petri de 90 mm de diâmetro, forradas com duas folhas de papel de germinação umedecidas com água destilada. Em seguida, as placas foram colocadas em câmara de germinação tipo BOD, a 25 °C com luz constante.

[L15] Comentário: separado

A contagem de germinação foi feita diariamente, sendo consideradas germinadas as sementes que apresentaram 1 mm de radícula protruída. 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):

$$IVG = \sum_{i=1}^k \frac{n_i}{t_i}$$

Em que:

$n_i$ : número de sementes que germinam no  $t_i$ ;

$t_i$ : tempo entre o início do experimento e a  $i$ -ésima observação;

$k$ : último dia de observação.

#### 2.5 Teste de emergência em viveiro

O teste de emergência foi realizado no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras, e foi instalado em sementeira de 1 x 6 m, contendo como

substrato terra de subsolo, esterco de curral, casca de arroz carbonizada e areia na proporção de 3:1:1:1. As sementes foram semeadas em sulco com aproximadamente 1 cm de profundidade, com espaçamento de 5 cm entre linhas (tratamentos) e 1 cm na linha.

O experimento foi irrigado duas vezes por dia até o final das avaliações, aos 30 dias após a semeadura. A contagem de plântulas emergidas foi feita diariamente. Ao final das avaliações foi calculada a porcentagem final de emergência das plântulas e o índice de velocidade de emergência.

## **2.6 Análise estatística**

Todos os experimentos foram instalados segundo um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. Tanto os experimentos de laboratório quanto os testes de emergência no viveiro constituíram de um esquema fatorial com tratamento adicional de  $3 \times 5 + 1$  (3 níveis de condicionamento  $\times$  5 doses de superfosfato simples na peletização + sementes nuas). Os dados dos experimentos foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para a análise dos dados foi utilizado o software R. Os gráficos foram feitos utilizando o software Sigmaplot 11.0<sup>®</sup>.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Efeito do processo de peletização na qualidade dos péletes de *Guazuma ulmifolia* Lam.

Os péletes que, após saírem da betoneira, foram deixados para secar em temperatura ambiente apresentaram, após poucas horas, rachaduras e se desmanchavam facilmente com o manuseio (Figura 2). Isso foi devido à rapidez da semente ao embeber a água contida no adesivo utilizado na peletização. Por isso, logo após o processo de peletização, os péletes foram colocados para secar em estufa de circulação de ar por 30 minutos a 40 °C.

[L16] Comentário: separado

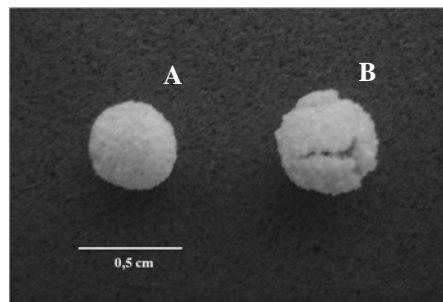


Figura 2 Sementes de *G. ulmifolia* Lam. peletizadas com secagem (A) e sem secagem (B) após o processo de peletização

Gimenez-Sampaio e Sampaio (1994) afirmam que, como os adesivos devem ser sempre aplicados em forma de pulverização a partir de soluções bastante diluídas, deve ocorrer um aumento proporcional de umidade nas sementes e no material de cobertura adicionado. Depois de recobertas as sementes devem ser prontamente colocadas para secar, evitando assim que absorvam o excesso de umidade contido no material adicionado.

O material de enchimento utilizado (areia fina e fertilizante) e o cimentante (cola PVA) não ofereceram resistência à entrada de água na semente, pois os péletes se desmanchavam no momento em que entravam em contato com água. Segundo Silva e Nakagawa (1998b) os péletes não devem se desmanchar ou quebrar durante o processo de classificação, no transporte, no manuseio ou na semeadura mecanizada e, ao serem umedecidos após a semeadura devem se desintegrar com facilidade, para não constituírem resistência a germinação.

Silva e Nakagawa (1998a) avaliando materiais de enchimento utilizados na peletização de sementes afirmam que o material de enchimento deve constituir-se de partículas grossas e uniformes, visando formar poros grandes, porém as partículas não podem rolar livres (não agregadas às sementes), pois se isso ocorrer as partículas aderem entre si formando péletes vazios.

### **3.2 Efeito da espessura do pélete na germinação de sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam.**

Ao analisar a porcentagem de germinação das sementes nuas, observa-se que estas apresentaram maior porcentagem de germinação quando comparadas aquelas sementes peletizadas (Figura 3). Dentre as sementes peletizadas, as de menor espessura (peneira 1) apresentaram maior germinação do que aquelas de maior espessura (peneira 2).



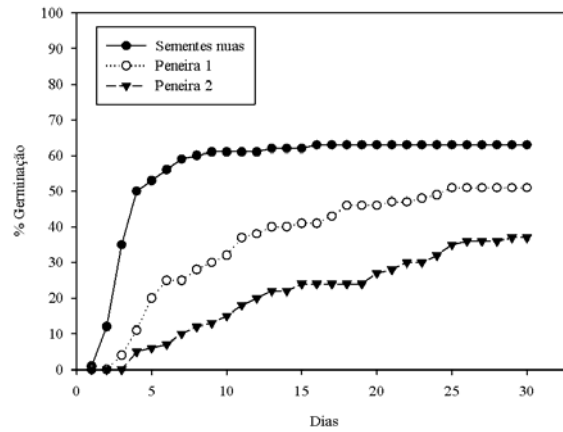


Figura 3 Germinação em condições de laboratório de sementes nuas e peletizadas de *G. ulmifolia* Lam. em função de diferentes tamanhos de péletes (peneira 1 de 2,26 mm e peneira 2 de 3,96 mm)

Com relação ao índice de velocidade de germinação (IVG) as sementes nuas apresentaram velocidade maior quando comparadas aos péletes (Figura 4). O IVG entre os péletes, tanto os provenientes da peneira 1 quanto os da peneira 2, não diferiu estatisticamente pelo teste de Tukey.

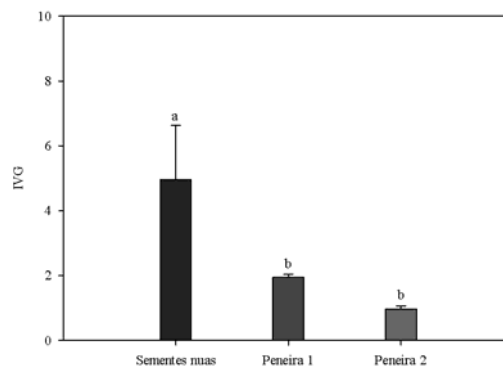


Figura 4 Índice de velocidade de germinação de sementes nuas e peletizadas de *G. ulmifolia* Lam. em condições de laboratório e em função de diferentes tamanhos de péletes (peneira 1 de 2,26 mm e peneira 2 de 3,96 mm). Letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Os resultados do viveiro confirmam aqueles obtidos no laboratório, onde as sementes nuas apresentaram maior porcentagem de germinação quando comparada aos péletes (Figura 5).

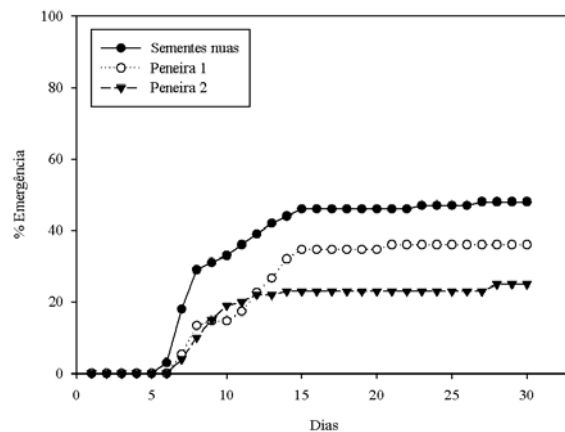


Figura 5 Germinação em viveiro de sementes nuas e peletizadas de *G. ulmifolia* Lam. em função de diferentes tamanhos de péletes (peneira 1 de 2,26 mm e peneira 2 de 3,96 mm)

A camada que forma ao redor da semente em função do revestimento constitui uma barreira a mais que a radícula tem que superar, esse fato influencia para que a semente demore mais para germinar do que aquelas sem revestimento.

O índice de velocidade de emergência (IVE) observado no viveiro mostrou resultados similares aos obtidos no laboratório, onde as sementes nuas apresentam IVE maior do que os péletes (Figura 6).

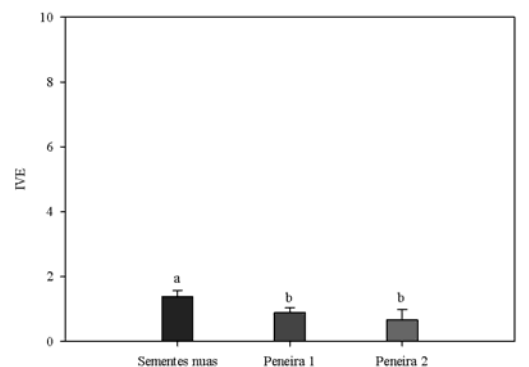


Figura 6 Índice de velocidade de emergência de sementes nuas e peletizadas de *G. ulmifolia* Lam. em viveiro e em função de diferentes tamanhos de péletes (peneira 1 de 2,26 mm e peneira 2 de 3,96 mm). Letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Almeida (2004) testou o efeito de quatro tamanhos diferentes de péletes na emergência de sementes de mutamba e concluiu que com o aumento do tamanho do pélete há uma diminuição na emergência e no IVG. A autora afirma que como a camada que forma ao redor da semente é uma barreira a mais que a radícula tem que superar, o ideal seria obter péletes que, em contato com a umidade, se desfizessem completamente. Neste trabalho, mesmo os péletes se desmanchando facilmente ao entrar em contato com água, observou-se que quanto maior a camada de revestimento menor a porcentagem final de germinação.

Silva e Nakagawa (1998c) trabalhando com peletização de alface concluíram que os péletes de maior tamanho restringem ainda mais a germinação e a formação de plântulas. Kanashiro et al. (1978) citado por Almeida (2004), trabalhando com peletização de sementes de *E. urophylla* e *E. grandis* concluíram que há uma relação entre o tamanho da semente e o tamanho do pélete, em que os péletes de maior tamanho formado com sementes menores apresentaram porcentagem de germinação inferior aos demais péletes.

Quanto à avaliação da facilidade de semeio, verificou-se que os péletes, principalmente aqueles de maior tamanho (Figura 7), foram mais fáceis de

semear do que as sementes nuas, além de poder controlar a quantidade de semente no momento da semeadura. Silva et al. (2002) verificaram que para semear manualmente péletes de alface em uma bandeja de 128 células os operários gastaram em média 2:12 minutos, enquanto que para as sementes nuas gastaram 3:42 minutos. Os autores observaram ainda que nas bandejas semeadas com sementes nuas algumas células continham mais de uma semente, um aspecto negativo à produção de mudas. Isto porque além de um maior gasto de sementes, há a necessidade, posteriormente, de se realizar o desbaste naquelas com mais de uma plântula.

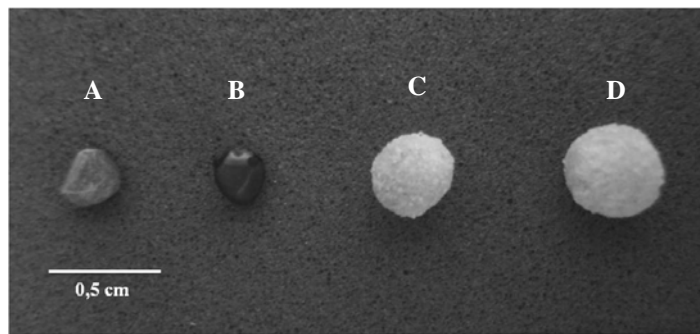


Figura 7 Sementes de *G. ulmifolia* sem escarificação (A), após escarificação (B), peletizada com 2,26 mm de diâmetro (C) e peletizada com 3,96 mm de diâmetro (D)

Normalmente os trabalhos de peletização comparam sementes peletizadas com não peletizadas, sem informar o tamanho dos péletes. Por este motivo há uma dificuldade de comparar os resultados do presente trabalho devido à ausência de trabalhos comparando diferentes tamanhos de péletes.

### 3.3 Efeito da peletização e do condicionamento na qualidade fisiológica de sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam.

Ao analisar o efeito da peletização e do condicionamento na germinação das sementes de mutamba em laboratório (Tabela 1) observa-se que, independente do condicionamento, as sementes revestidas apresentam uma redução no percentual de germinação. Apenas nas sementes que não foram condicionadas (SC), a germinação das sementes nuas e daquelas revestidas apenas com areia não diferiu estatisticamente.

Tabela 1 Porcentagem de germinação em laboratório de sementes de *G. ulmifolia* Lam. nuas (SN) ou peletizadas com diversas concentrações de superfosfato simples, sem condicionamento (SC) ou osmocondicionadas a -0,4 ou -0,8 MPa.

Concentração de Fertilizante (mg/kg)	Condicionamento (MPa)		
	SC	-0,4	-0,8
SN	63 aA	66 aA	60 Aa
0	51 abA	42 bA	46 abA
500	36 bA	33 bA	30 bA
1000	34 bA	41 bA	31 bA
1500	40 bA	43 bA	34 bA
2000	43 bA	38 bA	39 bA

Médias acompanhadas de letras iguais na coluna (minúsculas) ou na linha (maiúsculas) não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O condicionamento não apresentou efeito na germinação de sementes nuas e peltizadas, independente da concentração de fertilizante dos péletes. Este resultado foi contrário ao observado por Holbig et al. (2010) que testou o efeito do recobrimento de sementes de cenoura osmocondicionadas na germinação e concluíram que, independente do recobrimento ou tratamento com fungicida, as sementes de cenouras que foram osmocondicionadas apresentaram melhor desempenho.

A presença de fertilizante nos péletes diminuiu a sua porcentagem de germinação. Scott (1989) relata que a resposta da aplicação de nutriente no pélete depende da fonte de nutriente utilizada, da espécie e da forma como o nutriente é fornecido. Fontes diferentes de um mesmo nutriente podem interferir com intensidades diferentes sobre a germinação das sementes.

O uso de fertilizante solúvel salino como material de cobertura em sementes tem geralmente sido deletério para a germinação e para o crescimento inicial das plântulas (SCOTT, 1989).

Almeida (2004) estudando o efeito do superfosfato simples e superfosfato triplo como material de enchimento na peletização de sementes de mutamba nas dosagens de 50 e 100% observou que o fertilizante afetou negativamente a porcentagem de emergência das plântulas. A autora afirma que a concentração do fertilizante utilizado ao peletizar as sementes é decisivo no efeito que causa na germinação das sementes. Oliveira et al. (2003) relata que alguns materiais utilizados no revestimento das sementes, assim como a sua dosagem, podem causar efeitos fitotóxicos imediatos na germinação ou reduzir a qualidade fisiológica das sementes.

Em relação ao índice de velocidade de germinação (IVG) (Tabela 2), pode-se observar que as sementes não revestidas independente do condicionamento germinaram mais rápido do que as revestidas. Nas sementes nuas, o condicionamento a -0,4 MPa promoveu maior IVG.

Tabela 2 Índice de velocidade de germinação em laboratório de sementes de *G. ulmifolia* Lam. nuas (SN) ou peletizadas com diversas concentrações de superfosfato simples, sem condicionamento (SC) ou osmocondicionadas a -0,4 ou -0,8 MPa.

Concentração de Fertilizante (mg/kg)	Condicionamento (MPa)		
	SC	-0,4	-0,8
SN	4,95 aB	6,41 aA	5,49 aAB
0	1,94 bA	1,48 bA	2,00 bA
500	0,76 bA	0,86 bA	0,71 cA
1000	0,72 bA	1,04 bA	0,60 cA
1500	1,02 bA	1,12 bA	0,76 bcA
2000	1,18 bA	0,89 bA	0,75 bcA

Médias acompanhadas de letras iguais na coluna (minúsculas) ou na linha (maiúsculas) não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Segundo Gimenez-Sampaio e Sampaio (1994) as sementes revestidas demoram mais tempo para germinar do que as sementes nuas em função de uma barreira física promovida pelo material utilizado.

Pereira et al. (2005), estudando o efeito do condicionamento fisiológico e do revestimento em semente de pimentão, obtiveram resultados semelhantes, em que sementes não revestidas e submetidas ao *priming* germinaram mais rápido do que as revestidas.

Testando o efeito do recobrimento na germinação de sementes de alface, chicória, tomate e cebola, Kitto e Janick (1985) observaram atraso de um a dois dias na emergência de plântulas, não afetando, porém o estande final e a produção. Santos et al. (2010) concluíram que o revestimento de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu reduziu a velocidade de germinação e de emergência de plântulas.

Silva et al. (2002) em um trabalho com sementes peletizadas de alface, observaram que todos os péletes apresentaram porcentagem de emergência semelhantes à obtida com sementes nuas, porém os péletes tiveram um atraso na germinação. Segundo diversos estudos este atraso na germinação é comum em

sementes peletizadas (SILVA, 1997; SACHS et al., 1981; OLIVEIRA et al., 2003)

No experimento em viveiro a porcentagem de emergência (Tabela 3) foi menor do que a observada em laboratório tanto nas sementes testemunha (sementes nuas e sem condicionamento) quanto nos demais tratamentos.

Apenas nas sementes sem condicionamento foi observado uma diferença entre as sementes nuas e aquelas peletizadas. As sementes nuas apresentaram porcentagem de emergência maior (48%) do que os péletes, independente da concentração de fertilizante utilizada.

Tabela 3 Porcentagem de emergência de plântulas de *G. ulmifolia* Lam. a partir de sementes nuas (SN) ou peletizadas com diversas concentrações de superfosfato simples, sem condicionamento (SC) ou osmocondicionadas a -0,4 ou -0,8 MPa.

Concentração de Fertilizante (mg/kg)	Condicionamento (MPa)		
	SC	-0,4	-0,8
SN	48 aA	34 aA	48 aA
0	25 bA	38 aA	39 aA
500	36 bA	33 aA	38 aA
1000	35 bA	36 aA	34 aA
1500	28 bA	29 aA	27 aA
2000	31 bA	37 aA	35 aA

Médias acompanhadas de letras iguais na coluna (minúsculas) ou na linha (maiúsculas) não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Nascimento et al. (1993) observaram que não houve diferença entre sementes nuas e peletizadas de tomate quanto à emergência das plântulas em campo. Já Coraspe et al. (1993) concluíram que as sementes peletizadas de alface tiveram maior percentual de emergência de plântulas no campo do que as sementes nuas.

Ao analisar o efeito da peletização no índice de velocidade de emergência (IVE) para cada situação de osmocondicionamento (Tabela 4), apenas os tratamentos com sementes condicionadas a -0,4 MPa não



apresentaram diferença significativa. Para as sementes nuas, a ausência de condicionamento e o condicionamento a -0,8 MPa promoveram aumento no IVE. Foi observado um acréscimo do IVE nas sementes sem condicionamento e que foram peletizadas com adição de 500 mg/kg de superfosfato simples.

Tabela 4 Índice de velocidade de emergência de plântulas de *G. ulmifolia* Lam. a partir de sementes nuas (SN) ou peletizadas com diversas concentrações de superfosfato simples, sem condicionamento (SC) ou osmocondicionadas a -0,4 ou -0,8 MPa.

Concentração de Fertilizante (mg/kg)	Condicionamento (MPa)		
	SC	-0,4	-0,8
SN	1,39 aA	0,93 aB	1,30 aA
0	0,67 bA	0,97 aA	1,06 aA
500	1,35 aA	0,96 aB	0,92 bB
1000	0,91 bA	1,06 aA	0,88 bA
1500	0,66 bA	0,70 aA	0,63 bA
2000	0,70 bA	0,85 aA	0,77 bA

Médias acompanhadas de letras iguais na coluna (minúsculas) ou na linha (maiúsculas) não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O arranjo das partículas finas e a ocupação dos espaços entre elas (poros) pelo cimentante e pela água de irrigação formam barreira à troca gasosa entre a semente e o ambiente externo ao pélete, causando geralmente o atraso no processo de germinação (SILVA; NAKAGAWA, 1998d).

Estes resultados corroboram com vários autores que afirmam que a peletização causa retardamento no processo de germinação, mas permite a formação de um número final de plântulas semelhante ao obtido com sementes nuas (CORASPE et al., 1993; NASCIMENTO et al., 1993).

De qualquer forma, é necessário ter em mente que o principal objetivo do recobrimento da semente é melhorar o comportamento das mesmas, tanto do ponto de vista fisiológico, como econômico (OLIVEIRA et al., 2003). Além disso, melhorar a trabalhabilidade da semente, principalmente, para a semeadura mecanizada.

#### 4 CONCLUSÕES

- As sementes nuas apresentam velocidade de germinação e emergência maior do que as sementes peletizadas.
- Independente ao condicionamento, os péletes apresentam uma redução no percentual de germinação.
- A presença de fertilizante no pélete diminui a porcentagem de germinação.
- O osmocondicionamento a -0,4 MPa impediu a redução do IVE para as sementes peletizadas.

#### REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, N. O. **Implantação de matas ciliares por plantio direto utilizando-se sementes peletizadas**. 2004. 269 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- ALMEIDA, N. O. et al. Avaliação da germinação de sementes peletizadas de *Guazuma ulmifolia* Lam. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 11, n. 2, p. 276-277, 2001.
- BACON, J. R.; CLAYTON, P. B. Protection for seeds: a new film coating technique. **Span Derby**, Madrid, v. 29, n. 2, p. 54-56, 1986.
- BAUDET, L.; PERES, W. Recobrimento de sementes. **Seed News**, Pelotas, v. 8, n. 1, p. 20-23, jan. 2004.
- BONOME, L. T. S. **Condicionamento fisiológico e revestimento de sementes de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu**. 2003. 99 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- CORASPE, H. M. Avaliação do efeito da peletização sobre o vigor de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 50, n. 3, p. 349-354, 1993.

DAVIDE, A. C. et al. Avaliação da germinação de sementes peletizadas de *Eucalyptus grandis*. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 11, n. 2, p. 273-274, 2001.

GIMENEZ-SAMPAIO, T.; SAMPAIO, N. V. Recobrimento de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 4, n. 3, p. 20-52, dez. 1994.

HÖLBIG, L. dos S. et al. Recobrimento de sementes de cenoura osmocondicionadas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 22-28, jul./ago. 2010.

KANASHIRO, M.; KAGEYAMA, P. Y.; MÁRQUEZ, F. C. M. Peletização de sementes de *Eucalyptus spp.* **Boletim do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, Piracicaba, n. 17, p. 67-73, dez. 1978.

KITTO, S. L.; JANICK, J. Production of synthetic seeds by encapsulating asexual embryos of carrot. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria, v. 110, n. 2, p. 277-282, 1985.

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

NASCIMENTO, W. M.; SILVA, J. B. C.; MARTON, L. Qualidade fisiológica de sementes peletizadas de tomate durante o armazenamento. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 3, n. 3, p. 47-48, jun. 1993.

OLIVEIRA, J. A. et al. Efeito de diferentes materiais de peletização na deterioração de sementes de tomate durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 20-27, mar./abr. 2003.

PEREIRA, C. E. et al. Condicionamento fisiológico e revestimento de sementes de pimentão. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 1, p. 74-81, jan./abr. 2005.

PIRES, L. L.; BRAGANTINI, C.; COSTA, L. S. Armazenamento de sementes de feijão revestidas com polímeros e tratadas com fungicidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 7, p. 709-715, jul. 2004.

SACHS, M.; CANTLIFFE, D. J.; NELL, T. A. Germination studies of clay-coated sweet pepper seeds. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria, v. 106, n. 2, p. 385-389, May 1981.

SANTOS, F. C. **Escarificação, tratamento químico, revestimento e armazenamento de sementes de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu**. 2009. 124 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SANTOS, F. C. et al. Tratamento químico, revestimento e armazenamento de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 32, n. 3, p. 349-354, maio/jun. 2010.

SCOTT, J. M. Seed coatings and treatments and their effects on plant establishment. **Advances in Agronomy**, New York, v. 42, n. 1, p. 43-83, Feb. 1989.

SILVA, J. B. C. **Avaliação de métodos e materiais para peletização de sementes**. 1997. 127 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

SILVA, J. B. C.; NAKAGAWA, J. Confecção e avaliação de péletes de sementes de alfaca. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 151-158, nov. 1998a.

\_\_\_\_\_. Metodologia para avaliação da resistência dos péletes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 118-122, nov. 1998b.

\_\_\_\_\_. Metodologia para avaliação de materiais cimentantes para peletização de sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 31-37, maio 1998c.

\_\_\_\_\_. Métodos para avaliação de materiais de enchimento utilizados na peletização de sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 44-49, maio 1998d.

SILVA, J. B. C.; SANTOS, P. E. C.; NASCIMENTO, W. M. Desempenho de sementes peletizadas de alfaca em função do material cimentante e da temperatura de secagem dos péletes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 67-70, mar. 2002.