

## Tratamentos pré-germinativos e sombreamentos na produção de mudas de cutieira

Pré-germinative treatments and shades for production of seedlings of cutieira

BELTRAME, Rômulo André<sup>1</sup>; LOPES, José Carlos<sup>2</sup>; MENGARDA, Liana Hilda Golin<sup>3</sup>; MANHONE, Pedro Ramon<sup>4</sup>; FREITAS, Allan Rocha de<sup>5</sup>

1Doutorando em Produção Vegetal na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil, romuloagronomia@hotmail.com; 2 Professor do Departamento de Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre/ES – Brasil, jcufes@bol.com.br; 3 Doutoranda em Produção Vegetal no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre/ES – Brasil, liana\_ya@yahoo.com.br; 4 Doutorando em Produção Vegetal no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre/ES – Brasil, pedroramon\_ufrj@yahoo.com.br; 5 Doutorando em Produção Vegetal no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre/ES – Brasil, allanrochaf@gmail.com

---

**RESUMO:** Com o objetivo de avaliar tratamentos físicos, químicos e níveis de sombreamento na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de cutieira, foram, inicialmente, avaliados tratamentos de superação de dormência: sementes intactas, tegumento trincado, sementes sem tegumento, ácido sulfúrico por 5 minutos, ácido sulfúrico por 10 minutos, e ácido sulfúrico por 15 minutos. Posteriormente, num segundo estudo, avaliou-se a relação entre diferentes tempos (zero, seis, 12 e 24 h) de embebição com GA<sub>3</sub> e níveis de sombreamento (sol pleno, sombreamento com uma e duas telas) na emergência e desenvolvimento de plântulas. Foram avaliados: emergência, índice de velocidade de emergência, comprimento da parte aérea e das raízes, diâmetro do coleto, massa fresca e seca da parte aérea e das raízes, e índice de Dickson. Maiores valores de emergência são obtidos em sementes intactas (30%) e sementes com o tegumento trincado (33%). A emergência de plântulas é estimulada pelo GA<sub>3</sub>, atingindo 97% de emergência na imersão por 24 h, no sombreamento com duas telas. Os maiores valores do índice de Dickson são obtidos em sol pleno e os menores no sombreamento com duas telas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Joannesia princeps*, dormência, emergência, ácido sulfúrico, ácido giberélico.

**ABSTRACT:** Aiming to evaluate physical and chemical treatments and levels of shading in the emergency and initial development of cutieira seedlings, were, initially, evaluated treatments on seeds dormancy break: intact seeds, seed with integument cracked, seed without integument, sulfuric acid for 5 minutes, sulfuric acid for 10 minutes, and sulfuric acid for 15 minutes. Subsequently, in a second study, were evaluated the relationship between soaking treatments with GA<sub>3</sub> at different times (zero, six, 12 and 24 h), and level of shading (full sun, shading with one and two shade screens) on emergence and seedling development. Were evaluated: emergency, emergency speed index, length of shoot and root system, stem diameter, fresh and dry weight of shoot and root system, and Dickson index. Higher values of emergency were obtained intact seeds (30%) and seeds with integument cracked (33%). The emergency is stimulated by GA<sub>3</sub>, reaching 97% of emergency in immersion by 24 hours in the shade with two screens. The highest values of Dickson index were obtained in the full sun and minors in shading with two shade screens.

**KEY WORDS:** *Joannesia princeps*, dormency, emergence, sulfuric acid, gibberellic acid.

## Introdução

Com o desequilíbrio dos ecossistemas agrários causado pela exploração desordenada dos recursos naturais, o interesse na propagação de espécies florestais nativas tem se intensificado nos últimos anos, surgindo a necessidade de novas descobertas sobre os mecanismos de propagação das espécies arbóreas nativas, visando a recuperação de ecossistemas degradados. Entretanto, a primeira e grande dificuldade dos projetos de reflorestamentos com espécies nativas é a obtenção de mudas com qualidade e quantidade desejadas, bem como diversidade de espécies (SANTARELLI, 2009).

A espécie *Joannesia princeps* Vell., conhecida popularmente como cutieira, boleira, andá-assu, fruta-de-cotia e purga-de-cavalo é uma espécie arbórea nativa, compondo os biomas de Caatinga e Mata Atlântica (CORDEIRO et al., 2013). É pertencente à família Euphorbiaceae que compreende 300 gêneros e 6000 espécies distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais (SOUSA et al., 2007). A cutieira ocorre nas Regiões Norte, Nordeste e Sudeste do Brasil, principalmente em floresta pluvial de mata atlântica (AZEVEDO; SILVA, 2006) e vem se destacando em programas de reflorestamento. Segundo Silva e Lemos (2002), sua altura atinge cerca de 15 a 20 m, com tronco de 40 a 60 cm de diâmetro, cuja madeira é utilizada na fabricação de palitos de fósforo, celulose, canoas, caixotaria, tabuado para forros e jangadas. Suas sementes possuem cerca de 37% de óleo pesado e amarelo, útil para fins industriais e medicinais (CHAVES; DAVIDE, 1996), podendo ser mais uma alternativa para a produção de biodiesel, como fonte de energia renovável e ecologicamente viável; além disso, apresenta grande potencial para programas silvipastoris visando o sombreamento de pastagens (SILVA; LEMOS, 2002).

A multiplicação dessa espécie é feita por sementes. Entretanto, as sementes de muitas espécies podem apresentar restrições internas ou

sistêmicas à germinação, caracterizando o fenômeno da dormência. A dormência é muito comum em espécies florestais, e pode ter diversas causas, destacando-se como as principais o sistema de controle de entrada de água no interior da semente, dormência por impermeabilidade do tegumento, sistema de controle do desenvolvimento do eixo embrionário, imaturidade fisiológica do embrião, sistema de controle do equilíbrio entre promotores e inibidores do crescimento, embrião dormente e combinação de causas, podendo haver na mesma espécie mais de uma causa de dormência (LOPES; ALEXANDRE, 2010; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A dormência, por mais complexa que seja, para cada tipo e cada condição na qual as sementes estejam inseridas, haverá um ou mais métodos adequados e eficientes para sua superação (ZAIDAN; BARBEDO, 2004), podendo esse bloqueio da germinação ser superado pela escarificação física ou química, e com substâncias indutoras de germinação (LOPES; ALEXANDRE, 2010).

Adicionalmente as plantas apresentam grande diversidade de respostas à luminosidade. A capacidade de crescimento, assim como a sobrevivência da muda sob diferentes regimes de luz estão relacionados a mecanismos de adaptação ao habitat (LOPES; ALEXANDRE, 2010). A influência da luminosidade na fase de produção de mudas vem sendo estudada em espécies florestais como *Hymenaea parvifolia* (SILVA et al., 2007); *Erythrina velutina* (MELO; CUNHA, 2008); *Copaifera langsdorffii* (DUTRA et al., 2012) e *Caesalpinia ferrea* (SANTOS et al., 2013).

Dessa forma, por falta de informações que são peculiares para cada espécie e devido a necessidade de novas descobertas sobre os mecanismos de propagação das espécies florestais nativas, objetivou-se com este trabalho avaliar tratamentos físicos, químicos e níveis de sombreamento na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de cutieira (*Joannesia*

*princeps*), visando aprimorar a produção de mudas da espécie.

### Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes e em casa de vegetação do Departamento de Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), localizado na cidade de Alegre-ES, coordenadas geográficas de 20°45' S e 41°29' W, utilizando-se sementes (1.800) de cutieira (*Joannesia princeps* Vell.), obtidas de 1000 frutos coletados de 40 matrizes de Mata Atlântica do Entorno do Caparaó, que compõem um bosque existente no Horto Municipal da cidade de Alegre-ES.

A coleta dos frutos foi realizada imediatamente após a maturação fisiológica e queda dos mesmos, que posteriormente foram colocados para secar sob temperatura ambiente, e após a redução do excesso de umidade foram mantidos em estufa com circulação de ar regulada a 30 °C até o início da deiscência. As sementes foram então extraídas com auxílio de um torno, e foram avaliados e/ou determinados o teor de água e o peso de mil sementes (BRASIL, 2009).

#### Curva de absorção de água pelas sementes

Na determinação da curva de absorção de água, sementes intactas ( $T_1$ ) e sementes com tegumento trincado ( $T_2$ ) foram acondicionadas em béqueres com 150 mL contendo água destilada e mantidas sob temperatura de 30 °C. O volume da água dos béqueres foi restabelecido sempre que necessário. A pesagem ocorreu no tempo inicial (antes da escarificação) e em intervalos de tempo pré- estabelecidos, de hora em hora nas primeiras seis horas, e de 24 em 24 horas até 12 dias (288 horas) após o início do teste. A pesagem foi realizada em balança digital com precisão de 0,001 g, e antes de cada pesagem as sementes foram

removidas da água, secas rigorosamente as superfícies, com auxílio de papel-absorvente e, posteriormente, recolocadas em água conforme o método descrito por Baskin e Baskin (2001). O teor de água das sementes foi calculado com base no peso úmido, de acordo com Brasil (2009). Os resultados obtidos na avaliação das sementes recém-colhidas revelaram valores de teor de água de 30,3%, cujo peso de mil sementes foi de 4,16 kg.

#### Escarificação física e química

Sementes de cutieira foram submetidas a seis tratamentos pré-germinativos: ( $T_1$ ) semente intacta (testemunha); ( $T_2$ ) semente com tegumento trincado, com auxílio de uma morsa; ( $T_3$ ) semente com o tegumento removido (com auxílio de morsa e bisturi); ( $T_4$ ) imersão em ácido sulfúrico (95%) por 5 minutos; ( $T_5$ ) imersão em ácido sulfúrico (95%) por 10 minutos e ( $T_6$ ) imersão em ácido sulfúrico (95%) por 15 minutos.

Foi realizada a semeadura de uma semente por tubete de 120 cm<sup>3</sup>, contendo substrato comercial Mecplant®, cuja composição é: MO (%), 20,7; P (mg dm<sup>-3</sup>), 74; K (mg dm<sup>-3</sup>), 440; pH, 3,8; Ca (Cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), 11,5; Mg (Cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), 5,9 e CTC, 61,8. As regas foram feitas diariamente, pela manhã e à tarde, de acordo com a necessidade. A verificação do número de sementes emersas foi feita diariamente até que se tornasse constante (o que se deu após 15 dias da semeadura) e foi calculado o índice velocidade de emergência (IVE), de acordo com Maguire (1962):  $IVG = N_1, N_2 \dots N_i / D_1, D_2 \dots D_i$

Em que:

IVG = índice de velocidade de germinação;

$N_1, N_2 \dots N_i$  = número de sementes germinadas na primeira contagem, segunda contagem ... i-ésima contagem, respectivamente;

D1, D2 ... Di = número de dias na primeira contagem, segunda contagem ... i-ésima contagem, respectivamente.

Após 21 dias da semeadura foram avaliados: comprimento da parte aérea (CPA), diâmetro do coleto (DC), massa fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA) e das raízes (MFR e MSR) das plântulas normais (BRASIL, 2009). Para avaliação da massa seca, as plântulas foram colocadas em sacos de papel tipo *Kraft* e mantidas em estufa de circulação de ar forçada, com temperatura de 80 °C, durante 72 horas. As massas fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular foram determinadas em balança com precisão de 0,0001 g.

#### Embebição em GA<sub>3</sub> e diferentes níveis de sombreamento

Objetivando avaliar o efeito de tempos de embebição das sementes em giberelina, o efeito de diferentes sombreamentos e a interação entre estes fatores na emergência de plântulas de cutieira, utilizou-se o esquema de parcelas subdivididas 4x3 (tempos de embebição em GA<sub>3</sub> x níveis de sombreamento).

Sementes trincadas foram submetidas a quatro tempos de embebição com GA<sub>3</sub> (500 mg L<sup>-1</sup>): zero (testemunha), seis, 12 e 24 horas (denominados de GA<sub>3</sub>0h, GA<sub>3</sub>6h, GA<sub>3</sub>12h e GA<sub>3</sub>24h, respectivamente). A embebição foi realizada em câmaras tipo BOD a 30 °C. Posteriormente, as

sementes tratadas de cada tratamento, totalizando 100 sementes, distribuídas em quatro repetições de 25 sementes, foram semeadas em sacos de polietileno preto, contendo aproximadamente 600 cm<sup>3</sup> de substrato composto por terra + areia + compostagem na proporção de 1:1:1, respectivamente, cuja análise química encontra-se na Tabela 1.

Os níveis de sombreamento foram definidos pela média obtida entre quatro medições realizadas no período compreendido entre a emergência das primeiras plântulas e a avaliação final do experimento, aos 63 dias após a semeadura, com radiômetro Quantum Meter QMSW-SS serial 1108. Foram utilizadas telas de poliolefinas 50%, em que foram: sol pleno (S<sub>1</sub>), cobertura com uma tela (S<sub>2</sub>), cobertura com duas telas (S<sub>3</sub>), que corresponderam a: 1795,8 μmol fótons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (S<sub>1</sub>, 0%); 783,2 μmol fótons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (S<sub>2</sub>, 56%) e 466,3 μmol fótons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (S<sub>3</sub>, 74%), respectivamente.

Foram realizadas irrigações diárias pela manhã e à tarde, durante todo o período experimental, de acordo com as necessidades das plântulas. No final, aos 63 dias após a semeadura foram avaliadas também todas as variáveis descritas no primeiro experimento e adotada a mesma metodologia para a obtenção da massa seca.

Ainda para avaliar a qualidade de mudas, utilizou-se o índice de qualidade de Dickson (IQD) proposto por Dickson et al. (1960), conforme a equação 1:

Tabela 1: Análise química do substrato.

| pH               | P                   | K   | Na  | Ca                                 | Mg  | Al  | H+Al                               | SB   | T    | T    | V     | M   |
|------------------|---------------------|-----|-----|------------------------------------|-----|-----|------------------------------------|------|------|------|-------|-----|
| H <sub>2</sub> O | mg dm <sup>-3</sup> |     |     | cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> |     |     | cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> |      |      | %    |       |     |
| 6,05             | 7,27                | 175 | 4,0 | 1,55                               | 0,8 | 0,0 | 0,83                               | 2,81 | 2,81 | 3,64 | 77,31 | 0,0 |

$$IQD = MST / [(ALT/D) + (MSPA/MSR)] \quad (1)$$

Em que,

IQD = índice de qualidade de Dickson;

MST = massa seca total (g);

ALT = altura da parte aérea (cm);

D = diâmetro do coleto (mm);

MSPA = massa seca da parte aérea (g);

MSR = massa seca das raízes (g).

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições de 25 sementes. Os dados obtidos nas avaliações foram analisados estatisticamente e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

### Resultados e Discussão

Sementes de cutieira intactas ( $T_1$ ) e escarificadas fisicamente pelo trincamento do tegumento ( $T_2$ ) apresentaram padrões diferentes de absorção de água (Figura 1). A velocidade de

absorção de água e o aumento na massa inicial foram relativamente rápidos, sendo que nas sementes intactas houve incremento 2%, enquanto nas escarificadas este aumento foi de 5% após uma hora do início da hidratação. Entretanto, a embebição dessas sementes continuou na fase I, por 48 horas, diferentes de outras espécies que, conforme Carvalho e Nakagawa (2012) apresentam a fase I com duração de uma a duas horas; quando então passaram desta fase de preparação para ativação do metabolismo (fase II de absorção de água), considerada fase estacionária, proporcionada pelo balanço entre o potencial osmótico e o potencial de pressão (BEWLEY; BLACK, 1994). A importância desta avaliação sobre a entrada de água em uma espécie está relacionada tanto aos estudos de impermeabilidade de tegumento, como estudos da duração de tratamentos com reguladores vegetais, de condicionamento osmótico e de pré-hidratação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Nos resultados obtidos na emergência, verificou-se início de

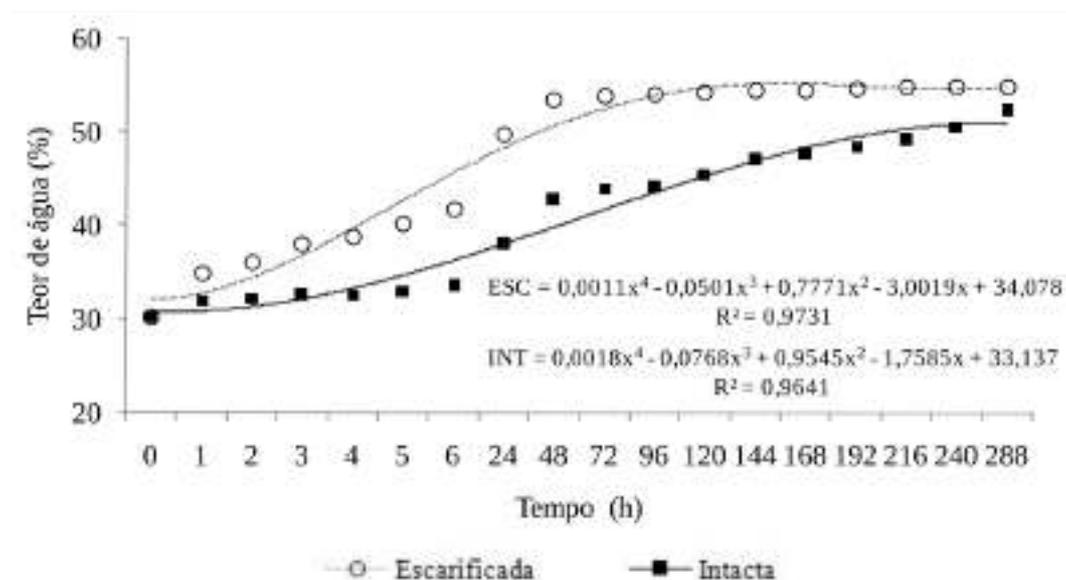


Figura 1: Absorção de água (%) por sementes de *Joannesia princeps* intactas e escarificadas.

emergência das sementes escarificadas após 12 dias da semeadura, enquanto nas intactas, após 17 dias, evidenciando que a escarificação favoreceu a embebição das sementes e acelerou a emergências das plântulas de cutieira.

Ao avaliar a escarificação física e química das sementes de cutieira, verificou-se maior emergência (33 e 30%) nas sementes com o tegumento trincado ( $T_2$ ) e na testemunha ( $T_1$ ), respectivamente (Tabela 2), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Houve 6% de emergência nas sementes com o tegumento removido ( $T_3$ ), 2% no tratamento com imersão em ácido sulfúrico (95%) por 5 min ( $T_4$ ), 9% no tratamento com de imersão em ácido sulfúrico (95%) por 10 min ( $T_5$ ) e 4% no tratamento com de imersão em ácido sulfúrico (95%) por 15 min ( $T_6$ ).

Os tratamentos  $T_1$  e  $T_2$  também foram os que promoveram maior IVE (ambos com 0,245). Isso sugere que a germinação das sementes de cutieira não foi prejudicada pela impermeabilidade do tegumento, uma vez que sementes intactas apresentaram emergência semelhante e superior aos tratamentos com escarificação  $T_2$  e  $T_3$ , respectivamente. A redução na emergência de plântulas das sementes do tratamento com remoção do tegumento foi atribuída a danos mecânicos causados no embrião e exposição dos mesmos ao ataque de microrganismo na condução do experimento.

Os resultados indicam ainda, que a escarificação química com ácido sulfúrico possa ter sido prejudicial por danos causados ao embrião, e mesmo por ação tóxica durante a emergência das

Tabela 2: Emergência (E%), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea (CPA) e massa fresca da parte aérea (MFPA) de plântulas de *Joannesia princeps* e ANOVA da massa seca da parte aérea e diâmetro do coleto de plântulas de *Joannesia princeps* após escarificação física e química das sementes.

| Tratamentos | E (%) | IVE     | CPA (cm) | MFPA (g) |
|-------------|-------|---------|----------|----------|
| $T_1$       | 30 a  | 0,245 a | 23,48 a  | 13,33 a  |
| $T_2$       | 33 a  | 0,245 a | 22,93 a  | 12,63 a  |
| $T_3$       | 6 b   | 0,075 b | 13,00 a  | 6,52 b   |
| $T_4$       | 2 b   | 0,025 b | 9,12 a   | 3,30 b   |
| $T_5$       | 9 b   | 0,075 b | 20,64 a  | 11,23 ab |
| $T_6$       | 4 b   | 0,035 b | 11,84 a  | 5,65 b   |

| Massa seca da parte aérea |    |        |        |                       |        |
|---------------------------|----|--------|--------|-----------------------|--------|
| FV                        | GL | SQ     | QM     | Fcal                  | CV (%) |
| Tratamentos               | 5  | 3,9645 | 0,7929 | 2,7033 <sup>1-3</sup> | 56,17  |
| Resíduo                   | 18 | 5,2796 | 0,2933 |                       |        |
| Total                     | 23 | 9,2441 |        |                       |        |

| Diâmetro do coleto |    |        |        |                      |        |
|--------------------|----|--------|--------|----------------------|--------|
| FV                 | GL | SQ     | QM     | Fcal                 | CV (%) |
| Tratamentos        | 5  | 0,7373 | 0,1474 | 1,2480 <sup>1*</sup> | 42,08  |
| Resíduo            | 18 | 2,1266 | 0,1181 |                      |        |
| Total              | 23 | 2,8633 |        |                      |        |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Legenda: ( $T_1$ ) semente intacta (testemunha); ( $T_2$ ) semente com tegumento trincado, com auxílio de uma morsa; ( $T_3$ ) semente com o tegumento removido; ( $T_4$ ) imersão em ácido sulfúrico (95%) por 5 minutos; ( $T_5$ ) imersão em ácido sulfúrico (95%) por 10 minutos e ( $T_6$ ) imersão em ácido sulfúrico (95%) por 15 minutos.

sementes, visto que os tratamentos T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> e T<sub>6</sub> promoveram baixos valores de emergência e IVE. Esses resultados contrastam com aqueles encontrados por Lopes et al. (2012), que estudando a influência do ácido sulfúrico na superação da dormência de sementes de *Sena macranthera* verificaram que a germinação aumentava com aumento do tempo de tratamento das sementes no ácido concentrado, atingindo o máximo de 91% germinação em tratamento feito com 15 minutos.

Não houve diferença significativa para os valores de massa seca da parte aérea (MSPA) e diâmetro do coleto (DC) das plantas (Tabela 2). Isso pode ter ocorrido devido às características individuais de vigor das sementes, ocasionado pela alta variabilidade genética das espécies florestais nativas ainda não domesticadas (TURNBULL, 1975).

Embora as sementes escarificadas tenham apresentado teor de água superior as sementes intactas (Figura 1) estes tratamentos apresentaram emergência estatisticamente semelhante (Tabela 2), sugerindo que o tegumento das sementes de cutieira não apresenta impermeabilidade capaz de prejudicar o processo germinativo. No entanto, o valor de emergência observado (33% em T<sub>2</sub>) é considerado baixo para sementes sob condições ideais de germinação, o que pode sugerir que outro tipo de dormência, que não seja a tegumentar, esteja atuando durante o processo germinativo (LOPES; ALEXANDRE, 2010).

Espécies que apresentam ampla distribuição geográfica podem expressar respostas diferentes aos tratamentos utilizados para superação da dormência, em função da adaptabilidade e da origem (MARTINS; NAKAGAWA, 2008), e capacidade de adaptação a diferentes regiões, conforme constatado em sementes de *Chamechrista desvauxii* (GOMES et al., 2012); de *Ceiba speciosa* (LEMES; LOPES, 2012) e de *Sena*

*macranthera* (LOPES et al., 2012).

Os resultados obtidos neste estudo sugerem que outro mecanismo de dormência possa estar envolvido no impedimento da germinação das sementes desta espécie. Bewley e Black (1994) sugerem que a dormência secundária ocorre através do efeito inibidor dos cotilédones e de substâncias inibidoras da germinação sobre o eixo embrionário. Entretanto, a dormência em nível de embrião, que pode ser superada com o uso de substâncias indutoras de germinação, como o GA<sub>3</sub>, pode ser a causa da baixa emergência de sementes de cutieira observada nesta fase do estudo. Oliveira et al (2010) estudando a germinação de sementes de *Annona cherimola* Mill. x *A. squamosa* L. cv 'Gefner' submetidas a tratamentos com ácido giberélico e ethephon, concluíram que a porcentagem de germinação de sementes de atemoia é aumentada com o emprego de 778 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, enquanto a associação entre elevadas concentrações de GA<sub>3</sub> e 75 a 100 mg L<sup>-1</sup> de ethephon incrementa o índice de velocidade de germinação e a porcentagem de plântulas normais.

Ao avaliar o efeito da embebição de sementes em giberilina associado a diferentes níveis de sombreamento, observou-se interação significativa entre os tempos de embebição (zero, seis, 12 e 24 horas) em solução com GA<sub>3</sub> 500 mg L<sup>-1</sup> e os níveis de sombreamento (a sol pleno, com uma tela e com três telas) somente para o índice de velocidade de emergência (IVE), diâmetro do coleto (DC) e comprimento da parte aérea (CPA) (Tabela 3).

A interação entre os fatores principais (tempos de embebição em GA<sub>3</sub> e níveis de sombreamentos) não foi significativa para as demais variáveis avaliadas (E, CR, MFPA, MSPA, MFSR, MSR e IQD) (Tabela 3). Logo, a interpretação foi realizada para cada fator isoladamente.

No tempo de embebição zero hora (controle),

não houve diferença significativa dos valores de IVE em relação aos sombreamentos testados. Nos demais tempos de embebição, os maiores valores do IVE encontrados foram no sombreamento com uma tela ( $S_2$ ) (Tabela 3). Os maiores valores do índice de velocidade de emergência foram obtidos nos tratamentos de embebição em solução com  $GA_3$  por 24 horas em todos sombreamentos ( $S_1$ ,

$S_2$  e  $S_3$ ). A análise de regressão para o fator tempo de embebição em  $GA_3$ , nos três sombreamentos, apresentou significância estatística e ajuste ao modelo polinomial (Figura 2 A, B e C). Desta forma, pode-se inferir que o aumento do tempo de embebição em solução com  $GA_3$  favoreceu o aumento dos valores do IVE nos sombreamentos avaliados.

Tabela 3: Emergência (E%), comprimento da parte aérea (CPA), índice de qualidade de Dickson (IQD), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento do sistema radicular (CR), diâmetro do coleto (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca do sistema radicular (MFR) e massa seca do sistema radicular (MSR) de plântulas oriundas de sementes de *Joannesia princeps* tratadas por diferentes períodos de embebição em  $GA_3$  e mantidas sob diferentes níveis de sombreamento, após 63 dias da semeadura.

| Tratamentos | IVE      |         |          | DC (cm)  |         |         |         |
|-------------|----------|---------|----------|----------|---------|---------|---------|
|             | $S_1$    | $S_2$   | $S_3$    | $S_1$    | $S_2$   | $S_3$   |         |
| $GA_3 0h$   | 3,58 a   | 4,64 a  | 3,27 a   | 0,85 a   | 0,82 a  | 0,76 b  |         |
| $GA_3 6h$   | 5,50 b   | 9,52 a  | 6,22 b   | 0,86 a   | 0,80 b  | 0,81 ab |         |
| $GA_3 12h$  | 8,06 b   | 12,46 a | 5,99 c   | 0,85 a   | 0,76 b  | 0,83 a  |         |
| $GA_3 24 h$ | 10,53 b  | 13,10 a | 8,46 c   | 0,84 a   | 0,74 b  | 0,83 a  |         |
| DMS         |          | 1,71    |          |          | 0,05    |         |         |
| Tratamentos | CPA (cm) |         |          |          |         |         |         |
|             | $S_1$    | $S_2$   | $S_3$    |          |         |         |         |
| $GA_3 0h$   | 44,20 b  | 54,53 a | 43,10 b  |          |         |         |         |
| $GA_3 6h$   | 44,10 b  | 56,74 a | 44,20 b  |          |         |         |         |
| $GA_3 12h$  | 48,97 b  | 55,17 a | 47,72 b  |          |         |         |         |
| $GA_3 24 h$ | 45,37 a  | 50,00 a | 49,92 a  |          |         |         |         |
| DMS         |          | 5,43    |          |          |         |         |         |
| Tratamentos | E (%)    | CR (cm) | MFPA (g) | MSPA (g) | MFR (g) | MSR (g) | IQD     |
| $S_1$       | 69 a     | 15,92 b | 19,74 a  | 2,26 a   | 1,93 a  | 0,26 a  | 0,040 a |
| $S_2$       | 74 a     | 17,17 a | 18,34 a  | 1,92 b   | 1,58 b  | 0,24 a  | 0,027 b |
| $S_3$       | 73 a     | 11,57 c | 15,59 b  | 1,18 c   | 1,22 c  | 0,12 b  | 0,019 c |
| DMS         | 12,46    | 1,05    | 1,61     | 1,19     | 0,25    | 0,04    | 0,002   |
| $GA_3 0h$   | 32       | 13,92   | 17,23    | 1,62     | 1,39    | 0,20    | 0,028   |
| $GA_3 6h$   | 83       | 14,91   | 18,47    | 1,75     | 1,42    | 0,20    | 0,029   |
| $GA_3 12h$  | 83       | 14,86   | 17,85    | 1,79     | 1,56    | 0,20    | 0,028   |
| $GA_3 24 h$ | 90       | 14,89   | 17,36    | 1,84     | 1,76    | 0,22    | 0,030   |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Legenda: embebição:  $GA_3 0h$  ( $GA_3$  por 0 horas),  $GA_3 6h$  ( $GA_3$  por 6 horas),  $GA_3 12h$  ( $GA_3$  por 12 horas),  $GA_3 24 h$  ( $GA_3$  por 24 h). Sombreamento: sol pleno ( $S_1$ ), uma tela ( $S_2$ ), duas telas ( $S_3$ ). Diferença mínima significativa (DMS).

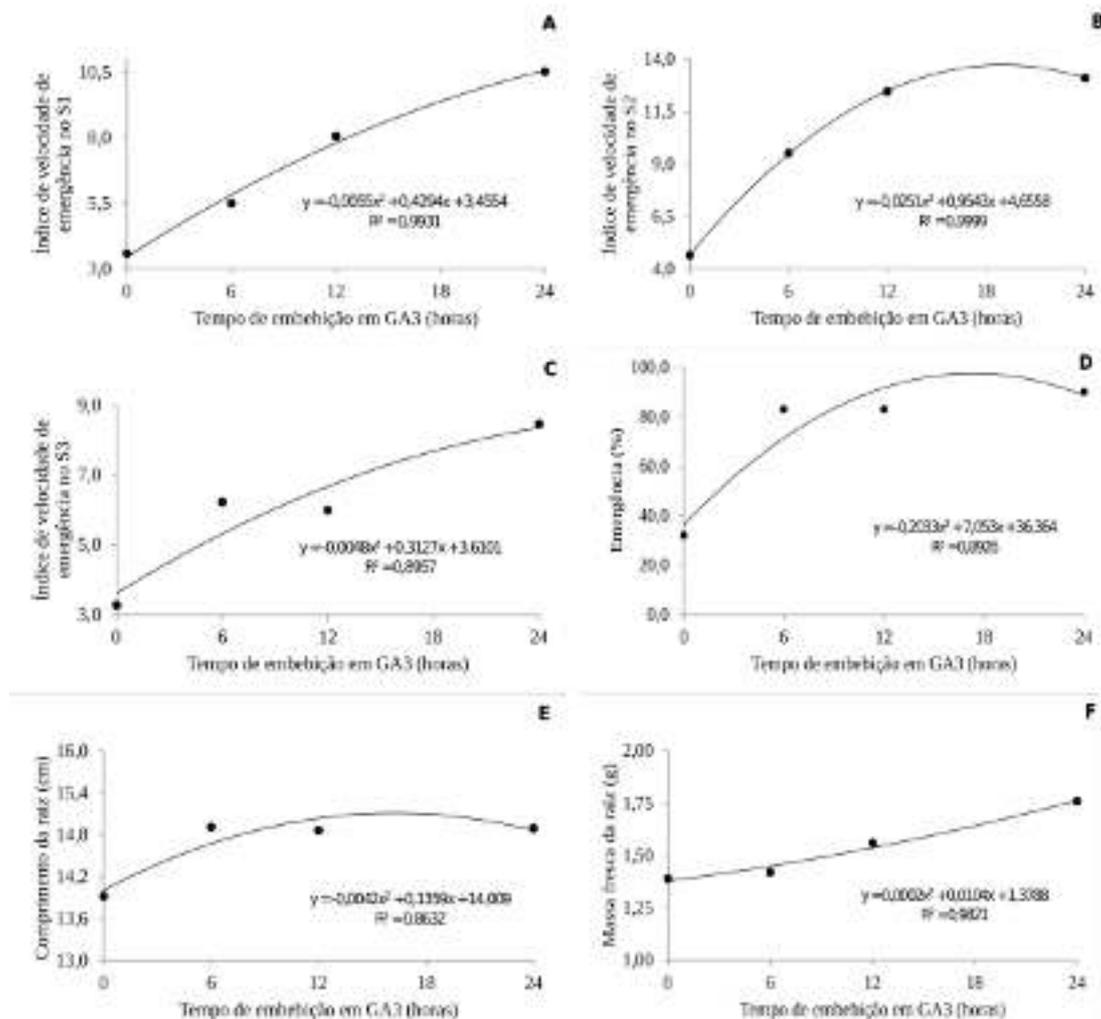


Figura 2: Modelo de regressão para o índice de velocidade de emergência (A, B e C), emergência (D), comprimento da raiz (E) e massa fresca da raiz (F) das plântulas de *Joannesia princeps*, em função do tempo de embebição.

Legenda: ácido giberélico (GA<sub>3</sub>), sol pleno (S<sub>1</sub>), sombreamento com uma tela (S<sub>2</sub>), sombreamento com duas telas (S<sub>3</sub>).

Esses resultados corroboram com aqueles obtidos por Prado Neto et al. (2007), que trabalhando com germinação de sementes de jenipapeiro submetidas à pré-embebição em regulador e estimulante vegetal, verificaram que o regulador à base de ácido giberélico foi eficiente na promoção de maiores índices de velocidade de

germinação. É vantajoso o fato das espécies analisadas apresentarem maior percentual de germinação dentro do menor intervalo de tempo, ou seja, maior IVE, pois permite que as sementes escapem dos predadores e ofereçam maiores chances de sobrevivência para as plantas.

Em relação ao diâmetro do coleto, verificou-se

que no tratamento sem GA<sub>3</sub> as maiores médias dos valores do DC foram obtidas nos sombreamentos S<sub>1</sub> e S<sub>2</sub> diferindo significativamente de S<sub>3</sub>. Para o tempo de embebição por seis horas, as médias dos valores de DC não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os sombreamentos. Em contrapartida, nos tempos de 12 e 24 horas de embebição em solução com GA<sub>3</sub>, os sombreamentos S<sub>1</sub> e S<sub>3</sub> apresentaram as maiores médias de DC em relação ao sombreamento S<sub>2</sub>, que apresentou menor valor (Tabela 3). A análise de regressão não apresentou significância estatística para DC.

A resposta diferenciada com relação aos sombreamentos se deve ao alongamento do caule quando sombreadas em razão do estiolamento induzido pela baixa intensidade luminosa (TAIZ; ZEIGER, 2013). De acordo com Larcher (2006), o crescimento em diâmetro apresenta uma relação direta com a fotossíntese líquida, a qual depende dos carboidratos e auxinas acumulados e de um balanço favorável entre fotossíntese líquida e a respiração. O diâmetro do coleto tem sido utilizado nas avaliações por representar um ótimo indicador de padrão de qualidade das mudas, ou seja, mudas com DC pequeno e muito altas são consideradas de qualidade inferior as de tamanho menores, quando comparadas com mudas de DC maior. Neste sentido, o maior DC está associado a um desenvolvimento mais acentuado da parte aérea e do sistema radicular, favorecendo a sobrevivência e o desenvolvimento da muda após o plantio no campo (GRAVE et al., 2007).

O comprimento da parte aérea, após 63 dias da semeadura apresentou maior desenvolvimento no sombreamento S<sub>2</sub>, diferindo significativamente de S<sub>1</sub> e S<sub>3</sub> em todos os tratamentos das sementes com GA<sub>3</sub> (zero, 6, 12 horas) à exceção de 24 horas, cujos resultados foram similares (Tabela 3). Com relação aos tempos de embebição em GA<sub>3</sub>, a

análise de regressão não apresentou significância estatística para esta variável. Segundo Larcher (2006) a adaptação às baixas luminosidades é uma característica genética, a qual faz com que as folhas apresentem estrutura anatômica e propriedades fisiológicas que as capacitem ao uso efetivo da radiação solar disponível.

Os níveis de sombreamentos não afetaram de forma significativa a emergência nas plântulas. No entanto, no sombreamento S<sub>2</sub> foi obtido o maior valor de emergência (74%), seguido pelos sombreamentos S<sub>3</sub> e S<sub>1</sub>, com 73 e 69%, respectivamente (Tabela 3). Já a análise de regressão para o fator tempo de embebição em GA<sub>3</sub> apresentou significância estatística e ajuste ao modelo polinomial (Figura 2 D). Assim, com o aumento do tempo de embebição em solução com GA<sub>3</sub> foi observada maior emergência.

A embebição das sementes em GA<sub>3</sub> favoreceu o processo de emergência das plântulas de *J. Princeps*, sendo o maior valor de E obtido no tratamento de embebição durante 24 horas, independente do sombreamento. Esses resultados sugerem a eficácia das giberelinas bioativas, como o GA<sub>3</sub>, e o processo de embebição, em promover a germinação de sementes desta espécie. Esses resultados corroboram com os resultados obtidos por Dombroski et al. (2010), que estudando métodos para a superação da dormência fisiológica de *Caryocar brasiliense* observaram que a aplicação de GA<sub>3</sub> estimulou a germinação. Considerando os diferentes tempos de embebição, no sombreamento S<sub>1</sub>, a embebição com GA<sub>3</sub> por 24 horas foi a que promoveu o maior percentual de emergência (91%).

Resposta positiva com a embebição em GA<sub>3</sub> também foi observada com relação ao comprimento da raiz (CR): de acordo com a análise de regressão (Figura 2 E), o aumento do tempo de embebição em GA<sub>3</sub> promove o aumento do comprimento da raiz. Com relação aos diferentes

sombreamento, os maiores valores foram encontrados no sombreamento S<sub>2</sub>, diferindo estatisticamente dos demais (Tabela 3).

Os valores médios da massa fresca da parte aérea (MFPA) não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os S<sub>1</sub> e S<sub>2</sub>, sendo os menores valores obtidos no S<sub>3</sub> (15,59 g) (Tabela 3). Quanto à massa seca da parte aérea (MSPA), a massa fresca do sistema radicular (MFR) e a massa seca do sistema radicular (MSR), os valores médios apresentaram redução com o aumento do nível de sombreamento, assim, no S<sub>1</sub>, obteve-se o maior valor de MFSR (1,93 g), que diferiu significativamente dos demais sombreamentos testados (Tabela 3), sugerindo maior alocação de biomassa das plantas sob sombreamento de 50%. Para produção de mudas de *Copaifera langsdorffii*, Dutra et al. (2012) obtiveram melhor condição sob sombreamento de 50%.

A análise de regressão para o fator tempo de embebição em GA<sub>3</sub> apresentou significância estatística e ajuste ao modelo polinomial para MFR (Figura 1 F). Para MFPA, MSPA, MSP, assim como para o índice de qualidade de Dickson (IQD) a análise de regressão não foi significativa.

Houve diferenças significativas dos valores médios do IQD das mudas entre os níveis de sombreamento S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> e S<sub>3</sub>. O maior valor de IQD foi obtido no sombreamento S<sub>1</sub> (0,040), seguido pelo sombreamento S<sub>2</sub> e S<sub>3</sub>, com (0,027 e 0,019; respectivamente) (Tabela 3). Quanto maior o valor do IQD, melhor será o padrão de qualidade das mudas (BERNARDINO et al., 2005). O índice de qualidade de Dickson é apontado como bom indicador da qualidade de mudas em fase de viveiro, por considerar para o seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da fitomassa, sendo ponderados vários parâmetros importantes. Vidal et al. (2006) obtiveram resultados satisfatórios com o índice de qualidade de Dickson

utilizando-o como medida de qualidade de mudas florestais.

### Conclusões

Maiores valores de emergência são obtidos em sementes intactas (30%) e sementes trincadas (33%). A escarificação física (trincamento e retirada do tegumento da semente) não favorece a emergência, enquanto a escarificação química com ácido sulfúrico é prejudicial à emergência das sementes de *J. princeps*.

O tratamento pré-germinativo com solução de ácido giberélico por 24 h promove o aumento da emergência das sementes de *J. princeps*.

As sementes de *J. princeps* apresentam dormência fisiológica.

No sombreamento com uma tela de poliolefina (50%) as sementes de *J. princeps* germinam com maior velocidade e apresentam maior comprimento de raiz.

O índice de qualidade de Dickson é um excelente parâmetro para avaliar o padrão de qualidade das mudas de *J. princeps*.

A muda de *J. princeps* produzida sob sol pleno apresenta melhor qualidade (com maior IQD).

### Agradecimentos

Agradecimentos a CAPES pela concessão de bolsas ao primeiro e terceiro autor e ao CNPq, pela concessão de bolsa de produtividade em pesquisa ao segundo autor.

Ao CNPq Edital Universal Nº 14/2011 (Número do processo: 475471/2011-3) projeto "*Diversidade biológica e funcional da Floresta Ombrófila Densa do Parque Nacional do Caparaó, Espírito Santo*" pelo auxílio financeiro que possibilitou a realização deste trabalho.

### Referências Bibliográficas

AZEVEDO, S.K.; SILVA, I.M. Plantas medicinais e de uso religioso comercializadas em mercados e feiras livres no Rio de Janeiro, Brasil. **Acta**

- Botânica Brasilica**, São Paulo, v.20, p.185-194, 2006.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. New York: Academic Press, 2001. 666p.
- BERNARDINO, C. S; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; MARQUES, V., B. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 6, p. 863-870, 2005.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2ed. New York: Plenum Publishing, 1994. 445p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.
- CARVALHO, N. M.; NAGAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- CHAVES, M. M. F.; DAVIDE, A. C. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Joannesia princeps* Vell. - Euphorbiaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v.18, n.2, p.20 -213, 1996.
- CORDEIRO, I. et al. **Euphorbiaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Capturado em 23 Abr. 2013. Online. Disponível na internet <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ConsultaPublicaUC.do>.
- DICKSON, A. et al. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v.36, p.10-13, 1960.
- DOMBROSKI, J.L.D. et al. Métodos para a superação da dormência fisiológica de *Caryocar brasiliense* Camb. **Cerne**, Lavras, v.16, n.2, p.131-135, 2010.
- DUTRA, T.R. et al. Desenvolvimento inicial de mudas de copaiba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, Lavras, v.43, n.2, p.321-329, 2012.
- GRAVE, F. et al. Crescimento de plantas jovens de Açoita-cavalo em quatro diferentes substratos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.17, n.4, p.289-298, 2007.
- GOMES; D.R. et al. Frequência relativa de germinação em sementes de rabo de pitu (*Chamaecrista desvauxii* (colladon) killip) em casa de vegetação. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.8, n.14, p.606-614, 2012.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2006. 532p.
- LEMES, E.Q.; LOPES, J.C. Temperaturas cardinais para germinação se sementes e desenvolvimento de plântulas de Paineira. **Scientia Florestais**, Piracicaba, v.40. p.179-186, 2012.
- LOPES, J.C.; ALEXANDRE, R.S. Germinação de sementes de espécies florestais. In: CHICHORRO, J.F.; GARCIA, G.O.; BAUER, M.O.; CALDEIRA, M.V.W. (Org.). **Tópicos em Ciências Florestais**. 1ed. Visconde do Rio Branco-MG: Suprema, v.1, 2010, p.21-56.
- LOPES, J.C. et al. Biometria, dormência e viabilidade de sementes de *Sena macranthera*. **Revista Nucleus**, Ituverava, v.19, n.2, p.247-256, 2012.
- MARTINS, C.C.; NAKAGAWA, J. Germinação de sementes de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville de diferentes origens submetidas a tratamentos para superação de dormência. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.6, p.1059-1067, 2008.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2. n. 1, p.176-177, 1962.
- MELO, R.R.; CUNHA, M.C.L. Crescimento inicial de mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Wild.) sob diferentes níveis de luminosidade. **Ambiência**, Guarapuava, v.4, n.1, p.67-77, 2008.
- OLIVEIRA, M.C. et al. Germinação de sementes de atemoia (*Annona cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.) cv 'Gefner' submetidas a tratamentos com ácido giberélico (GA3) e ethephon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.2, p.544-554, 2010.
- PRADO NETO, M. et al. Germinação de sementes de jenipapeiro submetidas à pré-embebição em regulador e estimulante vegetal. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, p.693-698, 2007.
- SANTARELLI, E. G. Produção de mudas de espécies nativas para florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares, conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Fapesp, 2009. p. 313-317.

- SANTOS, L. W. et al. Qualidade de mudas de pauferro produzidas em diferentes substratos e condições de luz. **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo, v.33, n.74, p.150-157, 2013.
- SILVA, D.B.; LEMOS, B.S. **Plantas da área verde da Super Quadra 416 Norte-Brasília, DF**. Brasília: Embrapa - Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2002. 155p.
- SILVA, B.M.S. et al. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.6, p.1019-1026, 2007.
- SOUSA, O.V. et al. Propriedades biológicas das sementes de *Joannesia princeps* Vellozo. **Revista HU**, Juiz de Fora, v.33, n.1, p.23-27, 2007.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 719p.
- TURNBULL, J.W. Seed extraction and cleaning. In: FAO/DANIDA TRAINING COURSE ON FOREST SEED COLLECTION AND HANDLING, 1975, Chiang. **Proceedings...** Rome: FAO, 1975. p.135-151.
- VIDAL, L.H.I. et al. Qualidade de mudas de guaco produzidas por estaquia em casca de arroz carbonizada com vermicomposto. **Horticultura Brasileira**, Cidade, v.24, p.26-30, 2006.
- ZAIDAN, L.B.P.; BARBEDO, C.J. Quebra de dormência em sementes. In: FERREIRA, F. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. cap.8. p.135-146.