

# Morfobiometria carpo-seminal, superação de dormência e tratamentos pré-germinativos com GA<sub>3</sub> em *Hymenaea courbaril* L. (Fabaceae)<sup>1</sup>

Cristiano Pedroso-de-Moraes<sup>2</sup>, Thiago de Souza-Leal<sup>3</sup> & Paulo Silveira<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Parte do Pós-doutorado do primeiro autor, Programa de Pós-Graduação do Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Universidade de Aveiro, Portugal.

<sup>2</sup> Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé, Av. Dona Floriana, 463, Centro, CEP 37800-000, Guaxupé, MG, Brasil. cpmoraes@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biologia, Departamento de Botânica, Rio Claro, Caixa Postal 199, CEP 13506-900, Rio Claro, São Paulo, Brasil

<sup>4</sup> Universidade de Aveiro, Portugal, Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Campus Universitário de Santiago, 3810-193, Aveiro, Portugal

Recebido em 14. IV. 2015

Aceito em 27. VII. 2018

DOI 10.21826/2446-8231201873301

**RESUMO** - Objetivou-se realizar a morfobiometria carpo-seminal, comparar técnicas de superação de dormência e analisar tratamentos pré-germinativos com GA<sub>3</sub> em *Hymenaea courbaril*. As sementes foram submetidas a 15, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos de escarificação em HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KOH e NaOH e com lixa. Sementes escarificadas foram expostas a concentrações de 5, 10 e 20 mg.L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> por 15, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos. Estas foram mantidas em B.O.D. sob temperatura de 25°C e luz branca de lâmpadas fluorescentes a 116 µmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>. Foram calculados germinabilidade (G%) e índice de velocidade de emergência (IVE). Tais índices foram analisados por regressões polinomiais e ANOVA a 5%. As características morfométricas podem ser utilizadas em determinações taxonômicas genéricas e para escolha de métodos de propagação. O uso de ácido sulfúrico por 30 minutos e a escarificação com lixa apresentaram os melhores resultados para germinabilidade e índice de velocidade de emergência respectivamente.

**Palavras-chave:** giberelinas, jatobá, propagação de plantas

**ABSTRACT** – Carpal-seminal biometrics, overcoming of dormancy and pre-germination treatments with GA<sub>3</sub> in *Hymenaea courbaril* L. (Fabaceae). Aimed to perform carpal-seminal biometrics, compare techniques of scarification and analyze pre-germination treatments with GA<sub>3</sub> on *Hymenaea courbaril*. The seeds were subjected to 15, 30, 60, 90, 120, 150 and 180 minutes of scarification in HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KOH and NaOH and with sandpaper. Scarified seeds were exposed to concentrations of 5, 10 and 20 mg.L<sup>-1</sup> of GA<sub>3</sub> for 15, 30, 60, 90, 120, 150 and 180 minutes. Seeds were kept in an BOD under temperature of 25 °C and 116 µmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup> white light provided by fluorescent lamps. We calculated the germination rate (G%) and emergence rate index (EVI). These indices were analyzed by polynomials regressions and ANOVA at 5%. The morphometric characteristics can be used in generic taxonomic determinations and to choose propagation methods. The use of sulfuric acid for 30 minutes and scarification with sandpaper showed the best results for germination and emergence rate index, respectively.

**Keywords:** gibberellins, jatobá, plant propagation

## INTRODUÇÃO

Caracterizações morfológicas carpo-seminais de espécies florestais nativas e exóticas são escassas na literatura, mesmo apresentando-se importantes para determinações taxonômicas e entendimento de processos germinativos (Lopes *et al.* 2011, Battilani *et al.* 2011). Muitas vezes por falta de tais conhecimentos, a multiplicação de espécies florestais nativas apresenta limitações. Em face dessa deficiência, para muitas espécies, nem os parâmetros para testes de germinação encontram-se estabelecidos (Novembre *et al.* 2007).

O processo germinativo envolve o reinício e a continuidade das atividades metabólicas que promovem

o desenvolvimento das estruturas do embrião, com a formação de uma plântula, sendo necessário que alguns fatores relacionados à semente e ao ambiente atuem de forma favorável. Dessa forma, é essencial que a semente esteja viável. Determinadas espécies caracterizam-se por apresentar sementes que mesmo em condições favoráveis não germinam, isto é, mantêm-se em estado de repouso (Cardoso 2008). Tais propágulos são denominados dormentes, sendo exemplos de tais plantas, as pertencentes ao gênero *Hymenaea* (Fabaceae), que apresentam dormência tegumentar (Carvalho 2008).

Entre as plantas do gênero, a mais conhecida é *Hymenaea courbaril* L., a qual se distribui por toda América. No Brasil a espécie ocorre do Piauí até o norte

do Paraná, em florestas estacionárias semidecíduais e nas formações abertas do cerrado e campo cerrado. É uma árvore longeva, característica do interior de matas primárias, sendo classificada como espécie secundária tardia ou clímax exigente de luz, com pouca restrição quanto à fertilidade do solo (Carvalho 2008). Além de sua importância ecológica, o jatobá, apresenta potencial agrônômico para utilização do caule e dos frutos. A espécie possui uma polpa farinácea, muito procurada por várias espécies da fauna, que dispersam suas sementes (Almeida *et al.* 1990). Em relação ao consumo humano também é apreciada por populações rurais, *in natura* ou na forma de geleia, licor, bolos, pães e mingaus (Charlton & Sawyer-Morse 1996), além de ser utilizada fitoterapeuticamente como laxante e afrodisíaca e no tratamento de asma, blenorragia, bronquite, cólica, coqueluche e cistites (Lorenzi & Matos 2006). Silviculturalmente é indicada para plantios em áreas degradadas destinadas à recomposição da vegetação arbórea (Lima *et al.* 2010). Entretanto, esta espécie está ameaçada de extinção devido à exploração da sua madeira e o desmatamento de seus ecossistemas naturais (Itoman *et al.* 1992).

Com relação à superação de dormência em sementes de *Hymenaea*, a técnica mais comumente empregada é a escarificação mecânica com lixa na extremidade oposta ao eixo-embrionário (Guimarães *et al.* 1995, Cruz *et al.* 2001, De-Carvalho *et al.* 2005), sendo escassas informações na literatura relacionadas ao uso de escarificações químicas na superação de dormência em sementes do gênero (Guimarães *et al.* 1995).

Ainda, no tocante à superação de dormências, reguladores vegetais também são capazes de promover a germinação estimulando o crescimento e induzindo a produção de hidrolases para enfraquecer as estruturas ao redor do embrião, além de modificar o crescimento e desenvolvimento de plântulas, por atuarem na divisão e alongamento celulares (Novembre *et al.* 2007). Contudo, não são relatados na literatura dados relacionadas à ação de GA<sub>3</sub> na superação de dormências e desenvolvimento de plântulas de espécies de *Hymenaea*. Assim, o presente trabalho teve por objetivo realizar a morfobiometria carpo-seminal, comparar técnicas de superação de dormência e analisar tratamentos pré-germinativos com GA<sub>3</sub> em sementes de *H. courbaril*, no intuito de obter informações capazes de serem utilizadas em determinações taxonômicas e melhoria dos processos germinativos da espécie visando maior eficiência na produção florestal.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material botânico

O trabalho foi desenvolvido no Arboreto e no Laboratório de Botânica do Centro Universitário Hermínio Ometto, Uniararas, município de Araras, SP. A região de Araras encontra-se sob clima tropical, sazonal, com verão chuvoso e inverno seco, descrito como Cwa na classificação climática de Köppen. As chuvas não ultrapassam 30 mm

durante o mês mais seco e a temperatura do mês mais quente oscila entre 19°C e 29°C (Cepagri 2007). Nesta região, há predomínio do Latossolo Vermelho-Amarelo, com manchas mais férteis de Latossolo Vermelho Escuro.

Para o experimento foi acompanhado o desenvolvimento de 2.000 frutos de 10 matrizes de *Hymenaea courbaril* L. (Fabaceae: Caesalpinoidea) da fase de pós-antese, até o início da abscisão carpel. Dos frutos foram extraídas 7.000 sementes, as quais foram utilizadas nas análises biométricas, nos testes com escarificantes químicos e físicos e nos tratamentos pré-germinativos com GA<sub>3</sub>.

Para o estudo das características morfobiométricas foram utilizados 1.000 frutos e 1.000 sementes, tomados aleatoriamente de amostras coletadas da espécie. O comprimento, tomado como altura e a largura basal do fruto (região próxima ao pedúnculo), foram medidas com paquímetro (Digimess 100A) com precisão de 0,01 mm e utilizadas para cálculo de volume cilíndrico ( $v = \pi r^2 \cdot h$ ). O comprimento do fruto, sem o pedúnculo, foi medido da região basal até a apical.

Sementes de frutos diferentes foram retiradas, lavadas, contadas e misturadas manualmente para serem avaliadas. Estas foram caracterizadas pelo número médio por fruto, peso de 1.000 sementes, comprimento e diâmetro total seminal (Brasil 2009). Também foram obtidas médias para o comprimento e largura hilar (Melo *et al.* 2004). A umidade das sementes foi determinada pelo método de estufa com temperatura de 105°C ± 3°C (Brasil 2009) com utilização de balança analítica com precisão de 0,001g (Freitas *et al.* 2009).

### Tratamentos para superação da dormência

Para avaliar o melhor método para a superação da dormência nas sementes de *H. courbaril*, foram montados dois experimentos. No primeiro foram realizadas apenas escarificações químicas, usando-se HCl (38%), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (98%), KOH (5%) e NaOH (5%). As sementes foram submetidas a 15, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos de exposição aos agentes químicos. O segundo experimento foi realizado comparando-se os melhores resultados químicos obtidos, com escarificação mecânica realizada com lixa na região aposta ao hilo.

As sementes foram distribuídas em grupos de 25 unidades, em quatro caixas gerbox transparentes, previamente desinfestadas com hipoclorito de sódio a 5%, e preenchidas com vermiculita umedecida com 200 mL de água destilada. As caixas foram mantidas em incubadora B.O.D. sob uma temperatura de 25°C e luz branca de lâmpadas fluorescentes a 116 μmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>. O monitoramento do experimento foi diário (até 15 dias) e sementes com protrusão radicular e curvamento geotrópico positivo foram consideradas germinadas. As sementes germinadas foram contadas e removidas das caixas (Amaral-Baroli & Takaki 2001). Os dados obtidos foram utilizados para o cálculo da germinabilidade (G%) e índice de velocidade de emergência (IVE) (Labouriau & Agudo, 1987).

O estudo da influência de GA<sub>3</sub> foi realizado utilizando-se sementes recém-colhidas e posteriormente escarificadas com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por período de 30 minutos. Os tratamentos utilizados para o ensaio foram: água destilada e ácido giberélico nas concentrações de 5, 10 e 20 mg.L<sup>-1</sup>, adicionados a quatro lotes compostos por 100 sementes cada (Fernandes *et al.* 2012). A embebição das sementes em água destilada e nas três concentrações de GA<sub>3</sub> foi realizada na ausência de luz por 15, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos. As sementes deste experimento foram acondicionadas e mantidas nas mesmas condições que as descritas para os testes escarificantes químicos e físicos relacionado à superação de dormência da espécie.

Os resultados obtidos em relação às escarificações químicas e físicas foram submetidos à análise de variância ANOVA, e ao teste de médias de Tukey 5% de significância. Com relação às escarificações químicas e aos tratamentos pré-germinativos com GA<sub>3</sub> realizados em diferentes períodos de exposição, foram utilizadas regressões polinomiais para análise dos resultados. Para escolha do modelo de regressão que melhor se ajustasse aos dados observados, levou-se em consideração o fato de o desvio da regressão ser não significativo e o modelo de maior ordem apresentar grau significativo e, por último, o valor do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) (Fernandes *et al.* 2012). Para a realização de todos os testes, foi utilizado o aplicativo estatístico BIOESTAT 5.3.

## RESULTADOS

### Análises morfométricas

A espécie apresenta cápsulas semilenhosas, indeiscentes, de coloração marrom-preta, cilíndricas e achatadas dorsiventralmente (Fig. 1) com média de 12,32 cm de comprimento por 4,56 cm de diâmetro basal médio, totalizando um volume de 176,40 cm<sup>3</sup> (Tab. 1). O endocarpo na espécie apresenta-se como uma massa pulverulenta, farinácea, pulposa, amarelo-esverdeada (Fig. 1), de odor característico e sabor adstringente. Faz-se necessária sua remoção para a visualização do hilo e do tegumento da semente.

As sementes eurispérmicas, em número médio de três por fruto, apresentam-se marrom-escuro-arroxeadas, oblongas, ovais e elíptico-cilíndricas (Fig. 1), medindo em média 3,15 cm de comprimento, diâmetro médio de 1,59 cm e apresentando peso unitário médio de 3,5g (Tab. 1). O hilo das sementes apresenta-se basal e com 5,31 mm de comprimento e 4,42 mm de largura. A micrópila apresenta-se imperceptível e a rafe disposta de forma linear.

### Tratamentos para a superação da dormência

#### Escarificações químicas

A exposição das sementes por mais de 30 minutos em ácido sulfúrico e nos álcalis apresentaram reduções de Germinabilidade (G%) e maiores Índices de Velocidade de Emergência (IVE), sendo os piores resultados obtidos para

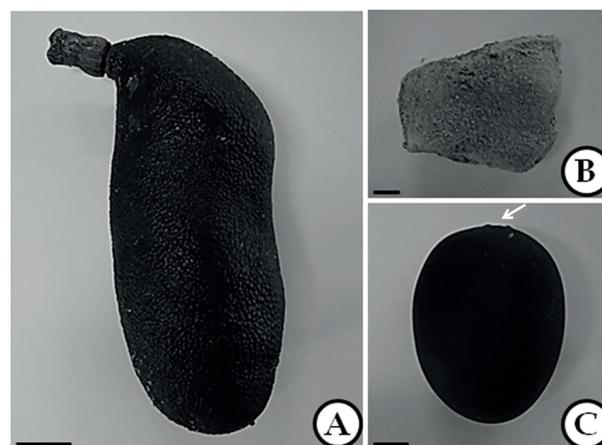
a exposição das sementes ao ácido sulfúrico (R<sup>2</sup> = 0,6353,  $p < 0,05$ ) quando comparado aos demais tratamentos. Já a exposição ao ácido clorídrico, diferentemente das demais técnicas de escarificação química, obteve os melhores resultados tanto para G% (R<sup>2</sup> = 0,9667,  $p < 0,05$ ), quanto para o IVE (R<sup>2</sup> = 0,7873,  $p < 0,05$ ) (Fig. 2) com período de exposição de 90 e 30 minutos, respectivamente. Entretanto, o melhor resultado obtido para G% ocorreu com a exposição das sementes ao ácido sulfúrico por 30 minutos (R<sup>2</sup> = 0,9049,  $p < 0,05$ ).

### Comparação entre escarificações químicas e físicas

A Porcentagem de Sementes Deterioradas (SD%) apresentou os maiores valores médios quando do uso da escarificação com lixa ou com ácido clorídrico por 90 minutos para a superação de dormência. O uso de ácido sulfúrico por 30 minutos foi o melhor para a Germinabilidade (G%) e a escarificação com lixa, a mais eficiente para o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) (Tab. 2).

### Testes pré-germinativos com GA<sub>3</sub>

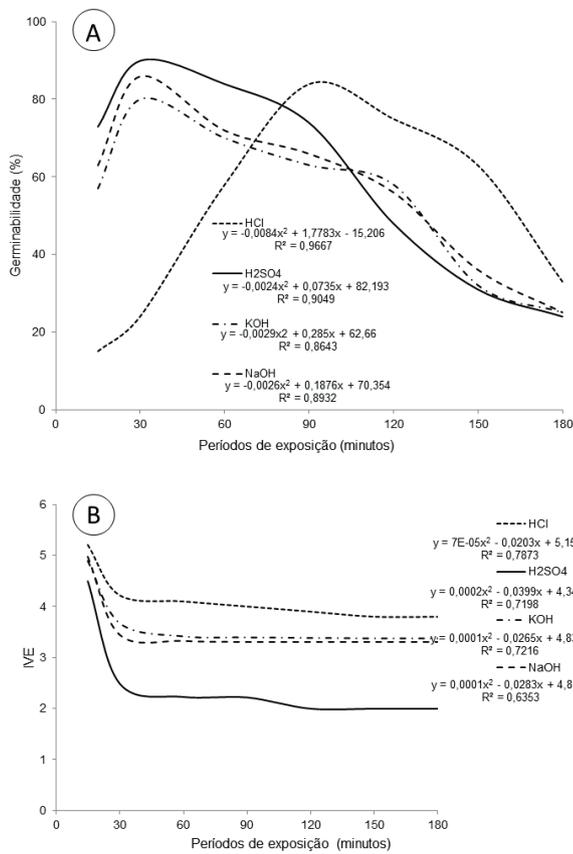
Pela análise dos resultados obtidos, observa-se que o valor de R<sup>2</sup> se aproxima de 1 para a variável Germinabilidade



**Figs. 1A-C.** Morfologia carpo-seminal de *Hymenaea courbaril* (Jatobá). A. vista do fruto; B. semente envolta pela polpa; C. semente despolpada (seta = hilo). Barras = 1 cm.

**Tabela 1.** Determinações carpais e seminais obtidas na análise de frutos e sementes de *Hymenaea courbaril* (jatobá).

Determinações carpais	Médias
Comprimento (1.000 frutos) (cm)	12,32 ± 1,51
Diâmetro basal (cm)	4,56 ± 1,23
Volume (cm <sup>3</sup> )	176,40 ± 2,36
Determinações seminais	Médias
Comprimento (cm)	3,15 ± 0,45
Diâmetro total (cm)	1,59 ± 0,37
Comprimento hilar (mm)	5,31 ± 0,24
Largura hilar (mm)	4,42 ± 0,05
Peso (1.000 sementes) (Kg)	3501,21 ± 0,34
Número por fruto (unidades)	3 ± 1,05



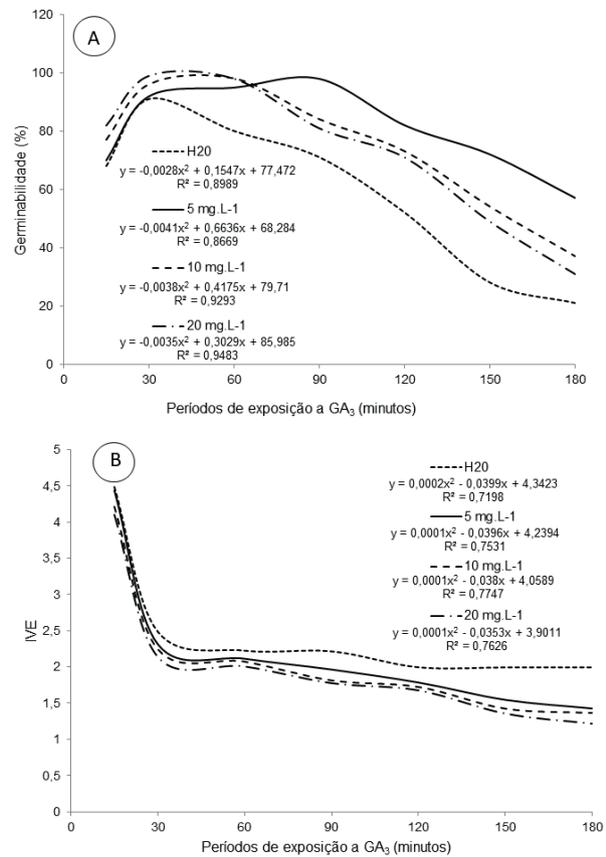
**Figs. 2A, B.** Regressões polinomiais realizadas em sementes de *Hymanaea courbaril* (Jatobá) submetidas a diferentes períodos de exposição a agentes químicos escarificantes. **A.** Germinabilidade; **B.** Índice de Velocidade de Germinação.

**Tabela 2.** Avaliação da eficiência de diferentes agentes escarificantes na superação de dormência de *Hymanaea courbaril* (Jatobá). <sup>1</sup>Números seguidos pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tratamentos	G%	IVE	SD%
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (30')	90 A <sup>1</sup>	2,49 B	11 B
HCl (90')	84 B	2,23 C	16 A
Lixa	80 C	3,82 A	20 A
CV(%)	2,35	9,23	3,44

(G%), tendo em vista que os pontos estão no entorno da curva de regressão (Fig. 3A). Tal fato demonstra que o aumento da concentração de GA<sub>3</sub> resultou em incremento significativo da porcentagem de germinação da espécie, conforme interação com o período de exposição. A concentração mais baixa utilizada de GA<sub>3</sub>, 5 mg.L<sup>-1</sup>, apresentou melhor G% em 90 minutos de exposição ( $R^2 = 0,8669, p < 0,05$ ), a intermediária, 10 mg.L<sup>-1</sup>, a 60 minutos ( $R^2 = 0,9293, p < 0,05$ ) e a maior concentração, 20 mg.L<sup>-1</sup>, a 30 minutos ( $R^2 = 0,9483, p < 0,05$ ) (Fig. 3A).

Para a variável, Índice de Velocidade de Emergência (IVE), observa-se um valor de R<sup>2</sup> mediano nos tratamentos realizados (Fig. 3B). Entretanto, as análises de regressão expressam a mesma interação encontrada para a G%, em relação ao aumento da concentração de GA<sub>3</sub> e período de exposição para as sementes de *H. courbaril*, isto é, com a



**Figs. 3A, B.** Regressões polinomiais realizadas em sementes de *Hymanaea courbaril* submetidas a diferentes concentrações e períodos de exposição de GA<sub>3</sub>. **A.** Germinabilidade; **B.** Índice de Velocidade de Germinação.

concentração de GA<sub>3</sub> mais baixa, 5 mg.L<sup>-1</sup>, apresentando melhor IVE em 90 minutos de exposição ( $R^2 = 0,7531, p < 0,05$ ), a intermediária, 10 mg.L<sup>-1</sup>, a 60 minutos ( $R^2 = 0,7747, p < 0,05$ ) e a maior concentração, 20 mg.L<sup>-1</sup>, a 30 minutos ( $R^2 = 0,7626, p < 0,05$ ) (Fig. 3B).

## DISCUSSÃO

### Morfobiometria carpo-seminal

A morfobiometria observada indica diferenças de valores médios em relação à espécie *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne, a qual apresenta dimensões carpais menores que as de *Hymenaea courbaril* (De-Carvalho *et al.* 2005). Ainda, o valor médio obtido para comprimento do fruto discorda do encontrado para representantes da espécie (15 cm) analisados em Cerrado (Janzen 1975). Nesse contexto, dados biométricos relacionados a frutos de uma espécie são importantes, pois contribuem para distinguir, morfológicamente, espécies diferentes de um mesmo gênero (Lopes *et al.* 2011), como *H. stigonocarpa* e *H. courbaril*, podendo ainda, também configurar-se como resposta ambientalmente adaptativa (De-Carvalho *et al.* 2005).

Para *H. courbaril*, dados ecológicos, principalmente relacionando caracteres dispersivos, são pobremente descritos, ou erroneamente interpretados (Asquith *et al.* 1999). Como exemplo pode-se citar o fato de que em décadas passadas, foi postulado que *H. courbaril*,

apresentava tendência à extinção devido à maioria de seus agentes dispersores, *Dasyprocta* spp., terem desaparecido no final do Pleistoceno (Janzen & Martin 1982, Hallwachs 1986). Entretanto, atualmente sabe-se que *Agouti paca* (paca); *Tapirus terrestris* (anta) e *Equus caballus* (cavalos), apresentam força mandibular suficiente para romper o fruto semilenhoso da espécie e alimentar-se do endocarpo altamente nutritivo aderido às sementes, sendo estas dispersas após passagem pelo trato digestivo do animal (Hallwachs 1986, Silva *et al.* 1998). Contudo, tais mamíferos, com exceção de *Agouti paca*, não se apresentam como dispersores altamente eficientes, pois, as sementes, pós-dispersão, comumente se encontram na superfície do solo, sofrendo diretamente a ação do intemperismo, o que culmina em menor sucesso reprodutivo (Hallwachs 1986, Asquith *et al.* 1999). Nesse ínterim, programas de propagação que visem à utilização da espécie para reflorestamentos, podem vir a garantir sua perpetuação futura.

Os resultados morfo-biométricos seminais estão de acordo com a literatura sob variados aspectos. Sementes eurispérmicas e de formatos oblongos e ovais também são descritos para *Hymenaea intermedia* var. *adenotricha* (Melo *et al.* 2004). Além disso, é reconhecida para *H. courbaril* e diversas outras espécies do gênero, a presença de endocarpo aderente farináceo e pulverulento que envolve os propágulos (Flores & Benavides 1990, Gunn 1991), discordando das afirmações de que as sementes do gênero apresentam funículo carnoso e que são envolvidas por um arilo de cor branca, que em fase posterior de desenvolvimento, se desfaz em massa farinhosa e compacta e de coloração alborpácea (Barroso *et al.* 1999). Para a observação do hilo e da testa seminal foi necessária a remoção do endocarpo, assim como para outras espécies do gênero (Gunn 1991).

As dimensões hilares basais encontradas para *H. courbaril* são semelhantes às descritas para *H. intermedia* var. *adenotricha*, a qual apresenta comprimento hilar de 5,0 mm e largura de 4,mm (Melo *et al.* 2004). Estes dados sustentam a afirmação de que nas subfamílias Caesalpinoideae e Mimosoideae o hilo é basal (Barroso 1999), entretanto, discorda de observações, que descrevem o hilo como uma cicatriz presente na região apical para espécies do gênero (Gunn 1991). Ainda, a ocorrência de micrópila imperceptível e rafe linear em *H. courbaril* e em outras espécies, sugerem uniformidade genérico-taxonomica (Gunn 1991, Melo *et al.* 2004), passível de ser utilizada em caracterizações de espécies pertencentes à diferentes subfamílias de *Fabaceae*.

### Superação da dormência - Escarificações químicas

A ocorrência de dormência tegumentar tem sido frequentemente constatada em sementes de diversas espécies de *Fabaceae* (Basqueira *et al.* 2011, Pereira *et al.* 2011, Mantoan *et al.* 2012). Dessa forma, substâncias químicas escarificantes são comumente utilizadas na superação de tal dormência, sendo mais frequente o uso de ácidos em experimentos de germinação (Dutra *et al.* 2007) do que de substâncias alcalinas.

Ácidos, mesmo em baixas concentrações, podem não ser eficientes para a superação de dormência em algumas espécies vegetais, em razão de alguns tegumentos apresentarem porosidade, o que permite sua rápida absorção, causando efeito deletério ao embrião (Dousseau *et al.* 2007, Pedroso-de-Moraes *et al.* 2012). Além desse fator, deve-se salientar que a força corrosiva e desidratante de ácidos e álcalis e o tempo de exposição seminal a tais substâncias são fatores preponderantes para a superação de dormências (Basqueira *et al.* 2011). Nesse sentido, os resultados observados para o ácido clorídrico podem ser atribuídos a sua menor capacidade corrosiva em relação às demais substâncias empregadas no experimento.

Em relação aos resultados obtidos para G% pelo ácido sulfúrico, estes corroboram os encontrados em sementes de várias espécies florestais, que apontaram a utilização de tal ácido como um dos procedimentos mais eficazes para espécies de *Fabaceae* (Mantoan *et al.* 2012). Já para o IVE, os dados obtidos discordam do amplamente reportado na literatura, de que para várias espécies da família, esse ácido apresenta-se como o mais eficiente na promoção de maior velocidade de germinação ou emergência (Delgado & Paulilo 2011, Pelazza *et al.* 2011). Como já ressaltando anteriormente com relação à G%, possivelmente, a forte capacidade corrosiva de tal ácido e dos álcalis empregados foi o fator preponderante na determinação deste resultado.

### Comparação entre escarificações químicas e físicas

A técnica de superação de dormência mais comumente utilizada e que geralmente apresenta os melhores resultados em relação ao IVG/IVE (Guimarães *et al.* 1995), para várias espécies do gênero *Hymenaea* é a escarificação física, por meio da abrasão do tegumento, seja ela com lixa ou esmeril elétrico (Floriano 2004, De-Carvalho *et al.* 2005), sendo tal afirmação corroborada pelos resultados obtidos neste experimento para tal variável. Tal verificação está de acordo com a afirmação de que tratamentos físicos de retirada do tegumento caracterizam-se como procedimentos eficazes para a superação de dormência de espécies pertencentes à família *Fabaceae* (Oliveira *et al.* 2008), pois, entre as técnicas empregadas, a escarificação física proporciona boas condições para a absorção de água, permeabilidade a gases, sensibilidade à luz e a temperatura, remoção de inibidores ou de promotores de germinação, afetando positivamente o processo metabólico da semente e conseqüentemente, superando a dormência, podendo ser citado, como espécies de *Fabaceae* beneficiadas por esta técnica: *Adenantha pavonina* L. (Mantoan *et al.* 2012), *Ormosia arborea* (Vell.) Harms (Basqueira *et al.* 2011) e *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (Pereira *et al.* 2011). Contudo, apesar da escarificação física ser um método simples, de baixo custo e eficaz, capaz de promover uma rápida e uniforme germinação, deve ser efetuado com muito cuidado para evitar que a escarificação excessiva possa causar danos ao tegumento e prejuízo aos processos de embebição pela síntese e acúmulo de metabólitos secundários inibidores e lesão direta ao embrião (McDonald & Copeland 1997),

como observado nos valores para Sementes Deterioradas (SD%) aqui observados (Tab. 2).

Em relação ao uso de substâncias químicas em espécies do gênero, pode ser encontrada na literatura referência ao uso de ácido sulfúrico concentrado por 1h em trabalho relacionado à descrição morfológica de plântulas de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa*, não tendo sido descrito ou comparado no trabalho outros métodos para superação de dormência (Lima *et al.* 2010). Entretanto, o observado neste trabalho (Tab. 2) corrobora a constatação de que o uso do ácido sulfúrico apresenta-se como uma das técnicas mais eficientes de superação de dormência em representantes de Fabaceae, principalmente para G% (Delgado & Paulilo 2011, Pelazza *et al.* 2011, Mantoan *et al.* 2012).

### Efeitos do GA<sub>3</sub> no tratamento pré-germinativos

Os resultados obtidos para a variável Germinabilidade (G%) estão de acordo com os encontrados para sementes escarificadas mecanicamente de *Ormosia arborea* (Vell.) Harms (Fabaceae) (Curiel & Pedroso-de-Moraes 2011) e para íntegras de *Lafoensia pacari* A. St. Hil. (Lithraceae) (Fernandes *et al.* 2012), as quais apresentaram aumento da porcentagem de germinação, em menor período de tempo, à medida que maiores concentrações de GA<sub>3</sub>, até 20 mg.L<sup>-1</sup>, eram disponibilizadas às sementes. Resultados semelhantes também foram descritos para sementes de *Bauhinia monandra* Britt. e *Bauhinia unguolata* L. (A). (Fabaceae), escarificadas mecanicamente e posteriormente embebidas em ácido giberélico, comprovando que a G% aumentava com exposição a maiores concentrações de GA<sub>3</sub> (Alves *et al.* 2000). Além disso, em sementes de *Annona squamosa* L. (Annonaceae), houve incremento da porcentagem de germinação à medida que se aumentava a concentração do regulador vegetal, porém, concentrações muito elevadas incrementaram a porcentagem de sementes degradadas (Ferreira *et al.* 2002). Fenômeno semelhante foi encontrado para *Actinidia deliciosa* A. Chev. (Actinidiaceae), no qual, a pré-embebição das sementes na concentração de 8.500 mg.L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> por 24 horas, apresentou aumento de 81,3% de germinabilidade (Schuck 1992). Quedas de G%, como as ocorrentes nos períodos de exposição acima de 90 minutos para todas as concentrações utilizadas, geralmente estão associadas à hipóxia nas soluções (Curiel & Pedroso-de-Moraes 2011).

Em relação ao Índice de Velocidade de Emergência (IVE) os resultados estão de acordo com a propriedade fisiológica do ácido giberélico de estimular quantitativamente o IVG/IVE (Ni & Bradford 1993). Assim como neste trabalho (Fig. 3), este fenômeno foi constatado em sementes de *O. arborea* e *L. pacari*, submetidas à concentração 20 mg.L<sup>-1</sup>, em períodos crescentes de exposição (Curiel & Pedroso-de-Moraes 2011, Fernandes *et al.* 2012). Tais dados também são corroborados pelos resultados obtidos para *Bauhinia monandra* e *Bauhinia unguolata* (Alves *et al.* 2000) e para *Annona squamosa*, para a qual as maiores concentrações de GA<sub>3</sub> utilizadas, de 50 a 200 mg.L<sup>-1</sup>, apresentaram maiores IVG (Ferreira *et al.* 2002). Resultados favoráveis

em relação à velocidade de germinação também foram obtidos para sementes de *Annona cherimola* (Annonaceae) quando imersas em elevadas concentrações deste regulador vegetal (Jubes *et al.* 1975). Entretanto, estudos realizados com *Guarea guidonia* (L.) Sleum (Meliaceae), para determinação da influência de GA<sub>3</sub> na germinação das sementes em três concentrações diferentes: 300, 400 e 600 mg.L<sup>-1</sup>, não demonstraram diferenças significativas com relação ao IVG (Castro *et al.* 1999).

Mediante todos os resultados obtidos, observa-se que as características biométricas carpo-seminais podem ser utilizadas para determinações taxonômicas intergenéricas de *Hymenaea* e especificamente na determinação de técnicas utilizadas para propagação de *Hymenaea courbaril*.

Em relação à superação de dormência, o uso de ácido sulfúrico por 30 minutos apresentou o melhor resultado para a germinabilidade e a escarificação com lixa, o melhor para o índice de velocidade de emergência.

Aumentos das concentrações de GA<sub>3</sub> resultaram em incrementos significativos das porcentagens de germinação e índice de velocidade de emergência da espécie, conforme interações com os períodos de exposição.

### REFERÊNCIAS

- Almeida, S.P., Silva, J.A. & Ribeiro, J. 1990. Aproveitamento alimentar de espécies nativas do cerrado: araticum, barú, cagaita e jatobá. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -Embrapa, Planaltina. 83p.
- Alves, M.C.S., Medeiros-Filho, S., Andrade-Neto, M. & Teófilo, E.M. 2000. Superação da dormência em sementes de *Bauhinia monandra* Britt. e *Bauhinia unguolata* L. – Caesalpinoideae. Revista Brasileira de Sementes 22(2):139-144.
- Amaral-Baroli, A. & Takaki, M. 2001. Phytochrome controls achene germination in *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) by very low fluence response. Brazilian Archives of Biology and Technology 44(2):121-124.
- Asquith, N.M., Terborgh, J., Arnold, A.E. & Riveros, C.M. 1999. The fruits the agouti ate: *Hymenaea courbaril* seed fate when its disperser is absent. Journal of Tropical Ecology 15(1): 229-235.
- Barroso, G.M., Morim, M.P., Peixoto, A.L. & Ichaso, C.L.F. 1999. Frutos e sementes: Morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 443p.
- Basqueira, R.A., Pessa, H., Souza-Leal, T. & Pedroso-de-Moraes, C. 2011. Superação de dormência em *Ormosia arborea* (Fabaceae: Papilionoideae) pela utilização de dois métodos de escarificação mecânica em diferentes pontos do tegumento. Rama: Revista em Agronegócio e Meio Ambiente 4(3): 547-561.
- Battilani, J.L., Santiago, E.F. & Dias, E.S. 2011. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de *Guibourtia hymenifolia* (Moric.) J. Leonard (Fabaceae). Revista Árvore 35(5): 1089-1098.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento 2009. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília. 399 p.
- Cardoso, V.J.M. 2008. Germinação. In Fisiologia Vegetal. (G.B. Kerbauy, ed.). Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, p. 384-408.
- Carvalho, P.E.R. 2008. Espécies Arbóreas Brasileiras. Brasília. Embrapa Informação Tecnológica. Embrapa Florestas, Colombo. 593p.
- Castro, E.M., Alvarenga, A.A., Gavilanes, M.L., Almeida, L.P. & Pereira, P.A. 1999. Influência do ácido giberélico e do nitrato de potássio na germinação de *Guarea guidonia* (L.) Sleum. Revista da Árvore 23(2): 255-258.
- Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura - Cepagri. Clima dos municípios paulistas: Araras. 2007. Disponível em: <[http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_038.html](http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_038.html)>. Acessado em 14.05.2012.

- Charlton, O. & Sawyer-Morse, M.K. 1996. Effect of fat replacement on sensory attributes of chocolate chip cookies. *Journal of American Dietetic Association* 96(12):1288-1290.
- Cruz, E.D., Martins, F.O. & Carvalho, J.E.U. 2001. Biometria de frutos e sementes e germinação de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae - Caesalpinoideae). *Revista Brasileira de Botânica* 24(2):161-165.
- Curiel, A.C. & Pedroso-de-Moraes, C. 2011. Germinação de *Ormosia arborea* (Vell.) Harms submetida a diferentes períodos de exposição e concentração de GA<sub>3</sub> pós escarificação mecânica. *Scientia Plena* 7(12): 1-6.
- De-Carvalho, P.S., Miranda, S.C. & Santos, M.L. 2005. Germinação e dados biométricos de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne (Leguminosae - Caesalpinoideae) - Jatobá-do-cerrado. *Revista Anhanguera* 6(1):101-116.
- Delgado, C.M.L. & Paulilo, M.T.S. 2011. Comportamento germinativo de *Sophora tomentosa* L. (Fabaceae: Faboideae) de três populações. *Insula* 40(3): p.82-90.
- Dousseau, S., Alvarenga, A.A., Castro, E.M., Arantes, L. O. & Nery, F. 2007. Superação de dormência em sementes de *Zeyheria montana* Mart. *Ciência e Agrotecnologia* 31(6): 1744-1748
- Dutra, A.S., Medeiros-Filho, S. & Diniz, F.O. 2007. Dormência, substrato e temperatura para germinação de sementes de albizia (*Albizia lebeck* (L.) Benth). *Revista Ciência Agronômica* 38(3): 291-296.
- Fernandes, M.R., Barboza, M.P., Souza-Leal, T. & Pedroso-de-Moraes, C. 2012. Morfobiometria carpo-seminal e germinação de *Lafoensia pacari* A. St. Hil. (Lythraceae) exposta a diferentes concentrações de GA<sub>3</sub>. *Semina: Ciências Agrárias* 33(1): 125-132.
- Ferreira, G., Erig, P.R. & Moro, E. 2002. Uso de ácido giberélico em sementes de fruta-do-conde (*Annona squamosa* L.) visando à produção de musas em diferentes embalagens. *Revista Brasileira de Fruticultura* 24(1): 178-182.
- Flores, E.M. & Benavides, C. E. 1990. Germinación y morfología de la plántula de *Hymenaea courbaril* L. (Caesalpinaceae). *Revista de Biología Tropical* 38(2): 91-8.
- Floridiano, E.P. 2004. Germinação e dormência de sementes florestais. Associação de pesquisa, educação e proteção ambiental do noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Santa Rosa. 19p.
- Freitas, V.L.O., Alves, T.H.S., Lopes, R.M.F. & Lemos Filho, J. P. 2009. Biometria de frutos e sementes e germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. e *Dimorphandra wilsonii* Rizz. (Fabaceae - Caesalpinoideae). *Scientia Florestalis* 37(81): 027-035.
- Guimarães, F.L.C., Maluf, A.M., Barbedo, C.J. & Bilia, D.A.C. 1995. Germinação e dormência de sementes de *Hymenaea courbaril* L. (Leguminosae-Caesalpinoideae). *Hoehnea* 22(1/2):217-227.
- Gunn, C.R. 1991. Fruits and seeds of genera in the subfamily Caesalpinoideae (Fabaceae). Springfield: United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. Port Royal Road, 408p.
- Hallwachs, W. 1986. Agoutis (*Dasyprocta punctata*): the inheritors of guapinol (*Hymenaea courbaril*: Leguminosae). In *Frugivores and seed dispersal* (A. Estrada & T. H. Fleming, eds). Junk Publishers, Dordrecht, p. 285-304.
- Itoman, M.K., Siqueira, A.C.M. de F. & Cavassan, O. 1992. Descrição de quinze espécies arbóreas de mata mesófila do Estado de São Paulo ameaçadas de extinção. *Salusvita* 11(1): 1-38.
- Janzen, D.H. 1975. Behavior of *Hymenaea courbaril* when its predispersal seed predator is absent. *Science* 189(4197):145-147.
- Janzen, D.H. & Martin, P.S. 1982. Neotropical anachronisms: the fruits the gomphotheres ate. *Science*, 215(5381): 19-27.
- Jubes, J.T., Martinez, H., Padilla, E. & Oste, C.A. 1975. Efectos de escarificación, medio, posición de siembra y ácido giberélico, sobre la germinación de semillas en chirimoya (*Annona cherimolia* Mill). *Revista Agronómica del Noroeste Argentino* 12(1-2): 161-171.
- Labouriau, L.G. & Agudo, M. 1987. On the physiology of seed germination in *Salvia hispanica* L. I. Temperature effects. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 59(1): 37-56.
- Lima, A.L.S., Zanella, F. & Castro, L.D.M. 2010. Crescimento de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae) sob diferentes níveis de sombreamento. *Acta Amazonica* 40(1): 43-48.
- Lopes, R. de M.F., Freitas, V.L. de O. & Lemos Filho, J.P. de. 2011. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Plathymenia reticulata* benth. e *Plathymenia foliolosa* benth. (Fabaceae - mimosoideae). *Revista Árvore* 34(5): 797-805.
- Lorenzi, H. & Matos, A.F.J. 2006. Plantas Mediciniais no Brasil. Instituto Plantarum de Estudo da Flora, Nova Odessa. 400p.
- Mantoan, P., Souza-Leal, T., Pessa, H. & Pedroso-de-Moraes, C. 2012. Escarificação mecânica e química na superação de dormência de *Adenanthera pavonina* L. (Fabaceae: Mimosoideae). *Scientia Plena* 8(5): 1-8.
- McDonald, M.B. & Copeland, L.O. 1997. Seed production: Principles and practices. Chapman and Hall, New Jersey. 749p.
- Melo, M.G.G., Mendonça, M.S. & Mendes, A.M.S. 2004. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-caesalpinoideae). *Acta Amazonica* 34(1): 9-14.
- Ni, B.R. & Bradford, K.J. 1993. Germination and dormancy of abscisic acid and gibberellin – deficient mutant tomato (*Lycopersicon esculentum*) seeds. *Plant Physiology* 101(2): 607-617.
- Novembre, A.D.L.C., Faria, T.C., Pinto, D.H.V. & Chamma, H.M.C.P. 2007. Teste de germinação de sementes de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* benth. – Fabaceae-mimosoideae). *Revista Brasileira de Sementes* 29(3): 47-51.
- Oliveira, D.A. de, Nunes, Y.R.F., Rocha, E.A., Braga, R.F., Pimenta, M.A.S. & Veloso, M. das D. M. 2008. Potencial germinativo de sementes de fava-d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth. - Fabaceae: Mimosoideae) sob diferentes procedências, datas de coleta e tratamentos de escarificação. *Revista Árvore* 32(6): 1001-1009.
- Pedroso-de-Moraes, C., Souza-Leal, T., Panosso, A.R., Souza, M.C. 2012. Efeitos da escarificação química e da concentração de nitrogênio sobre a germinação e o desenvolvimento *in vitro* de *Vanilla planifolia* Jack ex Andr. (Orchidaceae: Vanilloideae). *Acta Botanica Brasílica* 25(3): 714-719,
- Pelazza, B.B., Segato, S.V. & Romanato, F.N. 2011. Quebra de dormência em sementes de *Adenanthera pavonina* L. *Nucleus* 8(1): 305-314.
- Pereira, M.O., Souza-Leal, T., Lagazzi, G. & Pedroso-de-Moraes, C. 2011. Avaliação de métodos de escarificação na superação de dormência de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (Fabaceae: Caesalpinoideae). *Rama: Revista em Agronegócio e Meio Ambiente* 4(1): 119-129.
- Schuck, E. 1992. Propagação do kiwi. *Agropecuária Catarinense* 5(4): 13-18.
- Silva, M.R., Silva, M.A.A.P. da & Chang, Y.K. 1998. Utilização da farinha de jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) na elaboração de biscoitos tipo cookie e avaliação de aceitação por testes sensoriais afetivos univariados e multivariados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 18(1): 25-34.