

# ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS EM SEMENTES DE *Tachigalia multijuga* (Benth.) (MAMONEIRA) RELACIONADAS AOS MÉTODOS PARA A SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA<sup>1</sup>

Eduardo Euclides de Lima e Borges<sup>2</sup>, Jose Ivo Ribeiro Junior<sup>3</sup>, Sebastião Tavares de Rezende<sup>4</sup> e Sonia Cristina Juliano G. A. Perez<sup>5</sup>

**RESUMO** - Este trabalho teve como objetivo estudar as alterações fisiológicas causadas por métodos de quebra da dormência em sementes de *Tachigalia multijuga* (Benth) provenientes de três matrizes. Compararam-se os efeitos do ácido sulfúrico, da água fervente e do desponte na porcentagem de embebição, na porcentagem e velocidade de germinação, na atividade de alfa galactosidase e betamananase, na síntese de proteína e na alteração da membrana que recobre o embrião. Não houve germinação em sementes tratadas com água quente. Todos os tratamentos resultaram em porcentagem de germinação superior ( $P < 0,05$ ) à da testemunha, com exceção das sementes da matriz Cachoeira, em que o tratamento com ácido sulfúrico por 10 minutos foi semelhante. Entretanto, a velocidade de germinação da testemunha foi diferente ( $P < 0,05$ ) da de todos os tratamentos somente em sementes da matriz Araponga 2. A porcentagem de umidade das sementes tratadas com água quente por 60 segundos foi semelhante àquelas da testemunha e diferente ( $P < 0,05$ ) das tratadas com água quente por 30 minutos e com ácido por 20 minutos. As atividades das enzimas e teores de proteínas durante a germinação foram diferentes ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos com água e ácido.

Palavras-chave: Dormência, *Tachigalia multijuga*, semente, carboidrato.

## **PHYSIOLOGICAL MODIFICATIONS OF *Tachigalia multijuga* (Benth.) (MAMONEIRA) SEEDS RELATED TO DORMANCY OVERCOMING METHODS**

**ABSTRACT** - This work aimed to study the effects of methods to overcome the dormancy of *Tachigalia multijuga* (Benth) seeds. It was compared the effects of the sulfuric acid, of the boiling water and of the it blunts in the imbibition percentage, in the percentage and speed of germination, in the activity of alpha galactosidase and beta mananase, in the protein synthesis and in the alteration in the membrane that recovers the embryo. There was no germination in seeds treated with hot water. All the treatments resulted in germination percentage superior ( $P < 0.05$ ) to the control, except for the seeds of Cachoeira, where the treatment with sulfuric acid for 10 minutes was the same. On the other hand, the speed of germination of the control was only different ( $P < 0.05$ ) from all the treatments in seeds of Araponga 2. The water percentage of the seeds treated with hot water by 60 seconds went the same to those of the control and different ( $P < 0.05$ ) from the treated with hot water by 30 minutes and by acid for 20 minutes. The activities of the enzymes and proteins content during the germination were different ( $P < 0.05$ ) among the treatments with water and acid. It is discussed the alterations of the membrane sugars content that recovers the embryo seeds.

Key word: Dormancy, *Tachigalia multijuga*, seed, carbohydrate.

---

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 12.6.2003 e aceito para publicação em 08.6.2004.

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Engenharia Floresta da UFV. <elborges@ufv.br>.

<sup>3</sup> Professor do Departamento de Informática da UFV. <jivo@ufv.br>.

<sup>4</sup> Professor do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da UFV. <stavares@ufv.br>.

<sup>5</sup> Professora do Departamento de Botânica da UFV. <dscp@power.ufscar.br>. Universidade Federal de São Carlos, Rod. Washington Luiz, km 235, 13565-905 São Carlos, SP.

## 1. INTRODUÇÃO

A dormência tegumentar caracteriza-se pela dificuldade de absorção de água pela semente, o que a impede de iniciar a hidratação e, conseqüentemente, restringe os processos físicos e as reações metabólicas básicas da germinação; as espécies florestais são especialmente ricas em exemplos desse tipo de dormência. Trabalhos realizados por Fonseca (1982) evidenciaram que a dormência tegumentar sofre influência genética, dentre outras interferências, determinando variações entre locais, bem como em uma única árvore.

Souza et al. (1980) relataram que o desponte na região proximal da radícula em sementes de *Piptadenia obliqua* (Pers.) J.F. Macbr. resultou em porcentagem de germinação significativamente maior que a imersão em água quente ou fria e escarificação com ácido sulfúrico. Quanto às sementes de *Pithecellobium parvifolium* Benth., esses mesmos autores observaram que o tratamento de desponte na região de emergência da radícula foi o mais eficiente na quebra da dormência. Ainda segundo eles, não houve diferença significativa na porcentagem de germinação de sementes de *Cassia excelsa*, quando se compararam os despontes feitos nas extremidades.

O tratamento com ácido sulfúrico tem sido utilizado, com sucesso, na superação da dormência de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (CÂNDIDO et al., 1981), de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (PEREZ e FANTI, 1995), de *Adenanthera pavonina* L. (ZPEVAK et al., 1995), de *Bowdichia virgilioides* Kunth (LOUREIRO et al., 1995) e de *Guazuma ulmifolia* Lam. (ARAUJO NETO e AGUIAR, 2000). Observou-se que o sucesso do tratamento está relacionado com o tempo de exposição ao ácido e à espécie. O uso de ácido sulfúrico durante 15 ou 20 minutos em sementes de *Leucaena leucocephala* resultou em porcentagem de germinação acima de 90% (TELES et al., 2000). Tratando sementes de *Dimorphandra mollis* com ácido sulfúrico durante 45-90 minutos, Hermansen et al. (2000) conseguiram porcentagem de germinação maior do que 90%. Entretanto, períodos superiores a 90 minutos resultaram em decréscimo marcante na viabilidade. Segundo Boscagli e Sette (2001), a escarificação ácida de sementes de *Satureja montana* não foi efetiva na promoção da germinação quando aplicada por 60 segundos; por mais que cinco minutos, torna-se prejudicial. O mais alto valor de germinação de semen-

tes de *Cassia fistula* L. foi obtido por Sreerama et al. (2000) em tratamento com ácido sulfúrico por 30 minutos, enquanto em *Delonix regia* Raf. o mesmo ocorreu no tempo de 15 minutos. Em *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong., segundo Meneghello et al. (2000), o tratamento por 10 minutos resultou no aumento da porcentagem de germinação, melhoria na uniformidade de emergência das mudas e maior comprimento de raízes.

Outro método utilizado na quebra da dormência é a água fervente, que demonstrou seu efeito benéfico em sementes de *Acacia* sp., segundo Brown e Booyesen (1969), que observaram que o tratamento com água em ebulição causou perda da rigidez da camada paliádica e a sua separação do mesófilo, resultando em rachaduras no tegumento. Da mesma forma, Martins-Order et al. (1999) verificaram aumento significativo da porcentagem e velocidade de germinação em sementes de *Acacia mearnsii* De Wild. submetidas à água quente. No entanto, a água quente não proporcionou melhoria significativa da germinação de sementes de *Cassia excelsa* Schrad. em relação à testemunha (SOUZA et al., 1980). A imersão de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit em água na temperatura de 80° C por mais de cinco minutos resultou em porcentagem de germinação acima de 90% (TELES et al., 2000). Entretanto, o mesmo tratamento em sementes de *Satureja montana* foi danoso à qualidade da semente (BOSCAGLI e SETTE, 2001). Quando sementes de *Pueraria lobata* foram submetidas ao calor úmido por cinco e 300 segundos, a germinação foi de 30 e 80%, respectivamente (SUSKO et al., 2001).

Tendo em vista a necessidade de uniformizar a germinação de sementes de mamoneira (*Tachigalia multijuga*) e considerando que não se encontra na literatura qualquer informação a esse respeito, o presente trabalho teve como objetivo estudar as alterações fisiológicas causadas por métodos para superação de sua dormência e as conseqüências na germinação.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de *Tachigalia multijuga* Benth (mamoneira) foram colhidos em três árvores, denominadas Cachoeira, Araponga 1 e Araponga 2. Esses foram secados ao sol e as sementes, retiradas deles manualmente. Em seguida foram separadas amostras de 60 sementes de cada uma delas, em que se fizeram medidas do comprimento, da largura e da espessura.

Testes de embebição demonstraram a presença de dormência tegumentar, razão pela qual as sementes foram submetidas aos seguintes tratamentos: ácido sulfúrico concentrado durante 10 e 20 minutos, despoite na área proximal e na distal em relação ao local de protrusão da radícula e água na temperatura de 90° C por 60 segundos e por 30 minutos. Após cada tempo de exposição, as sementes foram lavadas em água corrente por aproximadamente dois minutos. No tratamento com água quente, manteve-se a fonte de aquecimento ligada durante todo o tempo em que as sementes ficaram submersas. Elas foram tratadas com solução de captan 0,5% por 60 segundos e, em seguida, colocadas para germinar sobre duas folhas de papel germitest umedecidas com água, em placa de Petri plástica, que foram mantidas à temperatura de 25° C constante e sob luz contínua, proporcionada por seis lâmpadas fluorescentes de 40 watts, tipo luz do dia, por nove dias. Foram feitas contagens diárias de sementes germinadas, sendo consideradas como tal todas aquelas que apresentaram protrusão da radícula. A velocidade de germinação foi calculada pelo índice de velocidade de germinação (IVG), conforme Nakagawa (1994). Cada tratamento foi repetido cinco vezes, com 20 sementes por repetição, no delineamento inteiramente casualizado, de um experimento fatorial 3 x 5. As médias dos níveis dos fatores foram testadas pelo teste de Tukey, adotando-se  $\alpha = 5\%$ , de acordo com o resultado de significância da interação entre os dois fatores.

Determinou-se a umidade nas sementes tratadas com ácido sulfúrico por 20 minutos e água quente por 30 e 60 segundos, além daquelas da testemunha, no nono dia de teste. Utilizou-se o método de estufa a 105 °C, durante 24 horas. Realizaram-se três repetições de 20 sementes por repetição, no delineamento inteiramente casualizado, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Foram determinados os teores de proteína solúvel, as atividades das enzimas alfagalactosidase e betamananase nos tratamentos com água quente e ácido por 20 minutos, das sementes de Araponga 1, após zero, 48, 96, 144 e 192 horas de embebição. Esse experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas para tempo de embebição, com cinco repetições. Ajustaram-se as equações de regressão em função do tempo de embebição, as quais foram testadas pelo teste F e, seus

coeficientes, pelo teste “t” a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. A diferença entre os dois tratamentos para superação da dormência, em cada período de embebição, foi testada pelo teste de Tukey a 5%. As comparações entre os dois tratamentos (água e ácido) com a testemunha foram realizadas pelo teste de Dunnett a 5%, de acordo com o resultado de significância da interação.

A proteína foi extraída com tampão acetato de sódio 0,1 M, pH 5,0, e quantificada pelo método de Bradford (1976). As enzimas foram quantificadas usando-se o mesmo tampão. A atividade de alfagalactosidase foi medida conforme Rezende (1998), utilizando-se como substrato p-NPGal e tendo a mistura de reação 200 µL de tampão acetato de sódio 100 mM, pH 5,0, 250 µL de solução de p-NPGal, 2 mM e 50 µL de solução de enzima. A reação foi conduzida por 15 minutos em banho-maria a 37 °C e interrompida pela adição de 1,0 mL de solução de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 0,5 mol.L<sup>-1</sup>. O extrato enzimático de betamananase foi feito pela trituração de 45 embriões em nitrogênio líquido, em cadinho gelado, seguido de liofilização. Foram pesados 100 mg de pó seco e adicionado 1,0 mL de tampão acetato de sódio 0,1 M, pH 5,0, em substituição ao tampão usado por Giorgini e Comoli (1996). A atividade foi avaliada utilizando-se 650 µL do tampão de extração, 300 µL de solução de goma-guar 1% e 50 µL de extrato enzimático. A mistura foi incubada a 37 °C por 30 minutos; adicionou-se 1,0 mL de reativo de ácido dinitro salicílico (DNS) e fez-se a leitura em 540 nm, em substituição ao procedimento de Giorgini e Comoli (1996), sendo calculada a atividade relativa com base no teor de proteína.

No teste de tetrazólio, foi utilizada a solução 1% de cloreto de 2, 3, 5 trifênil cloreto de tetrazólio, mantendo-se os embriões no escuro, a 25 °C, por 120 minutos, sendo, em seguida, lavados e avaliados quanto ao padrão de distribuição de coloração, conforme testes preliminares realizados em laboratório.

Extraíram-se os 3,0 mm da membrana que recobre o embrião, a partir da ponta da radícula, digerindo-a com ácido trifluoracético 2 M. Em seguida, a solução foi neutralizada com hidróxido de amônia, bem como se preparou o alditol acetato para quantificação de monossacarídeos em cromatógrafo a gás, conforme metodologia descrita por Englyst e Cummings (1984), sendo injetados em cromatógrafo a gás, conforme descrito por Borges et al. (2000). Para essas determinações foi

utilizado o delineamento inteiramente casualizado, discriminando-se as médias dos tratamentos em relação à testemunha pelo teste de Dunnett e ajustando-se as equações de regressão, em cada tratamento (água e ácido), em função do período de embebição.

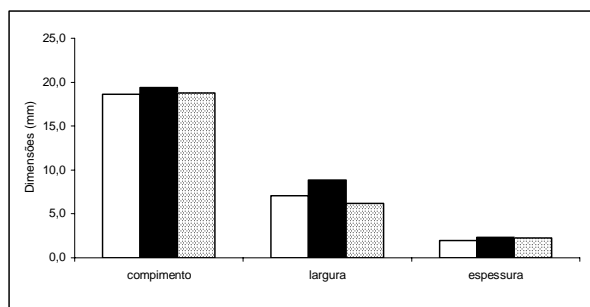
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As dimensões das sementes das três matrizes mostraram-se semelhantes, como visto na Figura 1. As sementes possuíam maior comprimento que largura e espessura, sendo a última a menor das três dimensões.

Sementes pré-tratadas com água a 90 °C por 60 segundos e por 30 minutos não germinaram, e por isso os tratamentos foram desconsiderados das análises estatísticas.

Os melhores tratamentos para superar a dormência de sementes das matrizes Cachoeira e Araponga 1 foram o ácido sulfúrico durante 20 minutos e os despontes. Nas sementes oriundas de Araponga 2, obteve-se a melhor germinação em ácido por 20 minutos ( $P < 0,05$ ) (Tabela 1).

A semente de Araponga 2 apresentou maior sensibilidade ao desponte do que as outras matrizes. Comparando as procedências, observou-se que as sementes têm comportamento variável em relação aos tratamentos aplicados. Tais respostas concordam com os resultados de Hermansen et al. (2000), que con-



**Figura 1** – Dimensão de semente (média ± erro-padrão) de *Tachigalia multijuga* de matrizes denominadas Cachoeira □, Araponga 1 ■ e Araponga 2 ▒.

**Figure 1** – *Tachigalia multijuga* seed dimension (average ± standard error) of selected trees. Cachoeira □, Araponga 1 ■ and Araponga 2 ▒.

**Tabela 1** – Porcentagens de germinação de sementes de *Tachigalia multijuga* provenientes de diferentes matrizes e submetidas a métodos de superação da dormência

**Table 1** – Mean percentage of *Tachigalia multijuga* seed germination derived from different selected trees and submitted to dormancy overcome methods

Tratamento	Matriz		
	Cachoeira	Araponga 1	Araponga 2
Controle	3,0 bA	2,0 cA	3,0 dA
Ácido 10 min	16,0 bB	24,0 bB	40,0 cA
Ácido 20 min	90,0 aA	87,0 aA	80,0 aA
Desponte proximal	83,0 aB	97,0 aA	59,0 bC
Desponte distal	82,0 aA	85,0 aA	40,0 cB

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na coluna e de uma mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

cluíram haver alto controle genético na capacidade de germinação e moderado controle genético na taxa de germinação em sementes de *Dimorphandra mollis*. Observaram também que os diferentes microclimas em que as árvores cresciam também tinham influência nessa variabilidade.

Na avaliação do IVG, na matriz Cachoeira os melhores tratamentos foram ácido por 20 minutos e os despontes; em Araponga 1, foram o ácido por 20 minutos e o desponte proximal; e em Araponga 2, o ácido por 20 minutos foi o melhor tratamento (Tabela 2). O uso de água quente nos dois tempos de exposição não resultou em morte das sementes, embora não tenha sido constatado germinação durante o período de observação. Considerando os dados obtidos, concluiu-se que o uso de ácido sulfúrico por 20 minutos é uma técnica viável na superação da dormência de sementes da mamoneira.

Os tratamentos com ácido durante 20 minutos e água quente por 30 minutos resultaram teores de água iguais entre si e maiores que os dos demais tratamentos (Figura 2).

Água quente por um minuto causou danos ao embrião ou inibiu alguma atividade metabólica, necessitando de tempo maior para a devida recuperação. Testes usando o tetrazólio indicaram a presença de 2% de embriões mortos quando se usou a água quente, o mesmo não ocorrendo naquelas submetidas ao ácido. Trabalho realizado por Gupta (2001)



Tabela 2 – Médias dos índices de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Tachigalia multijuga* provenientes de diferentes matrizes e submetidas a métodos de superação da dormência

Table 2 – Mean speed of germination (IVG) of *Tachigalia multijuga* seeds derived from selected trees and submitted to dormancy overcome methods

Tratamentos	Matrizes		
	Cachoeira	Araponga 1	Araponga 2
Controle	0,08 bA	0,07 cA	0,08 cA
Ácido 10 min	0,44 bB	0,63 cAB	1,09 bA
Ácido 20 min	2,67 aA	2,67 aA	2,18 aA
Desponte proximal	2,05 aB	2,65 aA	1,19 bC
Desponte distal	2,21 aA	1,93 bA	0,98 bB

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na coluna e de uma mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05).

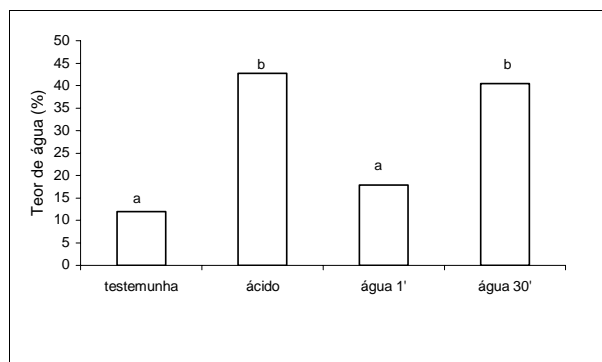


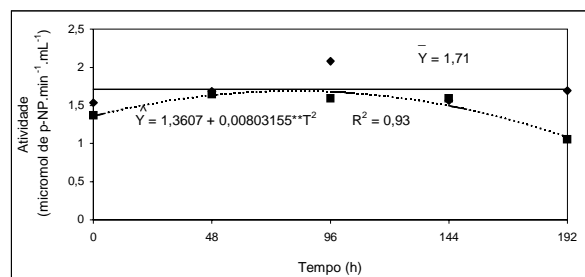
Figura 2 – Porcentagens dos teores de água em sementes de *Tachigalia multijuga* da matriz Araponga 1 sob efeito de ácido sulfúrico por 20 minutos ou água quente por um minuto e por 30 minutos. Médias seguidas de uma mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Figure 2 – Seed mean water content of *Tachigalia multijuga* from Araponga 1 trees after 20 min of sulfuric acid and 01 or 30 min of hot water treatments. Means followed by a common letter are not significantly different by the Tuckey test (P<0,01)

evidenciou que a escarificação com ácido sulfúrico e o tratamento com água fervente resultaram em 100 e 96% de germinação em sementes dormentes, respectivamente. Aquelas tratadas com ácido a 25% de concentração tiveram alterações principalmente nas regiões micropilar e hilar, havendo total desintegração do tecido da região micropilar em *Argyrea nervosa* e *Urena lobata*. Em concentrações mais eleva-

das, apareceram também rachaduras na testa, permitindo que o ácido alcançasse o tecido embrionário, matando-o. No tratamento com água a 100 °C houve ruptura da testa, próximo do hilo em *U. lobata*.

A atividade da enzima alfa-galactosidase foi constante no tratamento com água quente, enquanto nas tratadas com ácido a atividade atingiu o seu máximo (1,69 micromol r-NP.min<sup>-1</sup>.mL<sup>-1</sup>) em 81,57 horas, reduzindo-se posteriormente. A atividade da enzima diferiu entre os dois tratamentos, nos tempos de 96 e 192 horas (Figura 3 e Tabela 3, respectivamente).



\*\* Significativo pelo teste t (P<0,01).  
\*\* Significant by t test (P<0,01).

Figura 3 – Estimativas das atividades de alfa-galactosidase em eixo embrionário de *Tachigalia multijuga* da matriz Araponga 1 sob efeito de ácido sulfúrico ou água quente por diferentes tempos (T) de embebição. Água ♦; ácido ■.

Figure 3 – Evaluation of alfa-galactosidase activities in *Tachigalia multijuga* seed embryo of Araponga 1 after sulfuric acid or hot water treatments in different times (T) of imbibition. Water: ♦; acid: ■.

Tabela 3 – Atividade de alfa-galactosidase (micromol r-NP.min<sup>-1</sup>.mL<sup>-1</sup>) em sementes de *Tachigalia multijuga* sob efeito de ácido sulfúrico e água quente por diferentes tempos de embebição

Table 3 – Alfa-galactosidase activity (micromol r-NP.min<sup>-1</sup>.mL<sup>-1</sup>) of *Tachigalia multijuga* seeds after sulfuric acid and hot water treatments in different times of imbibition

Tratamento	Tempo (h)				
	0	48	96	144	192
Água quente	1,54a	1,68a	2,08a	1,57a	1,70a
Ácido sulfúrico	1,37a	1,65a	1,59b	1,59a	1,05b
CV(%) = 13,13					

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tuckey (P>0,05).

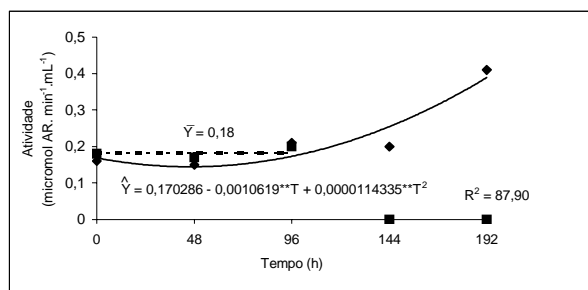
A enzima betamananase apresentou atividade por até 96 horas, nas sementes tratadas com ácido. A atividade em água teve rápida elevação em 192 horas. Não houve diferença estatística entre as atividades, nos dois tratamentos, até 96 horas (Tabela 4 e Figura 4).

**Tabela 4** – Atividade de betamananase (micromol AR.min<sup>-1</sup>. mL<sup>-1</sup>) em sementes de *Tachigalia multijuga* sob efeito de ácido sulfúrico e água quente por diferentes tempos de embebição

**Table 4** – *Betamannanase activity (micromol p-NP.min<sup>-1</sup>.mL<sup>-1</sup>) of Tachigalia multijuga seeds after sulfuric acid and hot water treatments in different time of imbibition*

Tratamento	Tempo (h)				
	0	48	96	144	192
Água quente	0,16a	0,15a	0,21a	0,20	0,41
Ácido sulfúrico	0,18a	0,17a	0,20a	-	-
CV(%) = 8,93					

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste F (P>0,05).



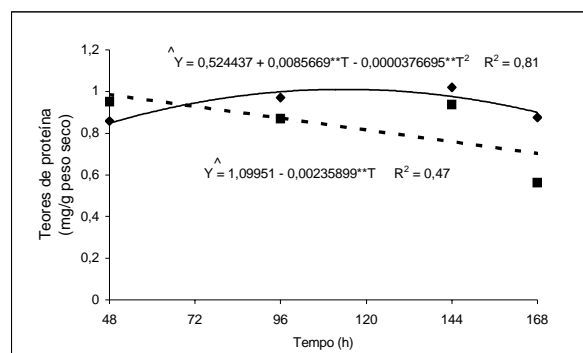
\*\* Significativo pelo teste t (P<0,01).

\*\* Significant by t test (P<0,01).

**Figura 4** – Estimativas da atividade de β-mananase em eixo embrionário de *Tachigalia multijuga* da matriz Araçonga 1 sob efeito de ácido sulfúrico e água quente por diferentes tempos (T) de embebição. Água ◆; ácido ■.

**Figure 4** - *Evaluation of beta-mannanase activity in Tachigalia multijuga seed embryo of Araçonga 1 after sulfuric acid and hot water treatments in different times (T) of imbibition. Water: ◆; acid: ■.*

Os teores de proteína no eixo embrionário, nas sementes submetidas ao ácido, apresentaram tendência de queda, com valores significativamente diferentes da testemunha, com exceção do tempo de 96 horas (Figura 5 e Tabela 5). No entanto, há tendência de



\*\* Significativo pelo teste t (P<0,01).

\*\* Significant by t test (P<0,01).

**Figura 5** – Estimativa do teor de proteína em eixo embrionário de sementes de *Tachigalia multijuga* da matriz Araçonga 1 sob efeito de ácido sulfúrico por 20 minutos e água quente por 30 minutos, em diferentes tempos (T) de embebição. Água ◆; ácido ■.

**Figure 5** – *Evaluation of protein content in Tachigalia multijuga embryo seeds of Araçonga 1 tree after 20 min of sulfuric acid and 30 min of hot water treatments in different imbibition times. Water: ◆; acid: ■.*

**Tabela 5** – Teor de proteína em embriões de sementes de *Tachigalia multijuga* tratadas com ácido sulfúrico por 20 minutos e água quente por 30 minutos durante diferentes tempos de embebição

**Table 5** – *Protein average content in Tachigalia multijuga seed embryos of Araçonga 1 trees after 20 min of sulfuric acid and 30 min of hot water in different imbibition times compared to control treatment*

Tratamentos	Médias
Água quente	
48 horas	0,86 b
96 horas	0,97 a
144 horas	1,02 a
168 horas	0,88 b
Ácido sulfúrico	
48 horas	0,95 a
96 horas	0,87 b
144 horas	0,94 a
168 horas	0,56 a
Testemunha	0,86 b
CV(%) = 5,64	

Médias seguidas da mesma letra da testemunha não diferem entre si, pelo teste de Dunnett (P>0,05).

aumento no teor de proteínas, no período de 144 horas, naquelas tratadas com água quente, quando os valores diferem significativamente daqueles da testemunha nos tempos de 96 e 144 horas. Os teores de proteína diferem estatisticamente entre sementes submetidas à água quente e ao ácido (Tabela 6). Assim, a síntese de proteínas solúveis pode ser estimulada no tratamento com água quente pela possível inibição de proteases, enquanto permanece constante ou é consumida no tratamento com ácido.

Os valores de monossacarídeos (Tabela 7) foram

**Tabela 6** – Teor de proteína em embriões de sementes de *Tachigalia multijuga* sob efeito de ácido sulfúrico ou água quente por diferentes tempos de embebição

**Table 6** – Protein average content in *Tachigalia multijuga* embryo seeds after sulfuric acid or hot water treatments in different imbibition time

Tratamento	Tempo (h)			
	48	96	144	192
Água quente	0,86 b	0,97 a	1,02 a	0,88 a
Ácido sulfúrico				
20 min	0,95 a	0,87 b	0,94 b	0,56 b
CV(%) = 5,64				

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste F ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 7** – Teores de monossacarídeos de membrana em semente de *Tachigalia multijuga* nos tratamentos com ácido sulfúrico e água quente durante diferentes tempos de embebição

**Table 7** – Monosaccharides averages content in *Tachigalia multijuga* seed membrane after sulfuric acid and hot water treatment in different imbibition time

Tratamentos	Ramnose	Arabinose	Xilose	Manose	Galactose	Glicose
Água quente						
24 horas	6,53a	46,86a	8,59a	569,97a	127,87a	16,12a
72 horas	6,30a	47,61a	7,70a	870,59a	186,81a	16,64a
144 horas	2,76a	25,34a	4,57b	741,90a	148,94a	13,05b
Ácido sulfúrico						
24 horas	6,75a	49,42a	9,39a	428,41a	98,88b	13,09b
72 horas	4,64a	36,34a	6,30a	718,03a	156,59a	13,43b
144 horas	4,10a	35,65a	6,42a	789,34a	172,51a	14,88a
Testemunha	1,52b	20,19b	4,20b	212,14b	100,15b	12,80b
CV(%)	27,88	21,31	18,66	20,72	20,94	16,09

Médias seguidas da mesma letra na coluna da testemunha não diferem entre si, pelo teste de Dunnett ( $P > 0,05$ ).

significativamente maiores do que os da testemunha, com exceção dos de xilose e glicose em água quente, em 144 horas de embebição e, no tratamento com ácido, da galactose em 24 horas e glicose até 72 horas de embebição. Manose e galactose, em tratamento com água quente; e glicose, em ácido, não tiveram decréscimo significativo nos teores durante a embebição (Tabela 8).

Comparando os valores dos açúcares (Tabelas 7 e 8) com os de atividades de alfa-galactosidase (Figura 3), percebeu-se que são eventos independentes, pois, enquanto valores de alfa-galactosidase em tratamento com água quente são estáveis por 192 horas de embebição, os teores de galactose permanecem superiores ao da testemunha e estáveis e lineares como a atividade da enzima. No entanto, os teores da galactose aumentam significativamente em tratamento com ácido, enquanto a atividade da enzima alcança o seu máximo em 81,57 horas, decrescendo em seguida. A atividade da betamananase e os valores de manose, nas sementes tratadas com água (Figura 4 e Tabelas 7 e 8), permaneceram constantes nas primeiras 144 horas, enquanto no tratamento com ácido houve aumento linear no teor de açúcar, apesar do desaparecimento da enzima do meio. Depreende-se desses fatos que a atividade das enzimas se faz nos tecidos de reserva dos cotilédones ou embrião, com a movimentação desses

açúcares para o meio exterior, conduzido pela água de hidratação e acumulando na parte interna da membrana.

#### 4. CONCLUSÕES

1. As sementes de mamoneira possuem dormência tegumentar.

2. O tratamento com ácido sulfúrico concentrado aumenta a permeabilidade do tegumento das sementes.

3. O tratamento com água fervente atrasa a germinação.

4. A atividade de alfa-galactosidase mantém-se estável em tratamentos com água quente e varia quando em ácido sulfúrico.

5. A presença de betamananase é detectada por 96 horas e aumenta após 48 horas de embebição em sementes tratadas com ácido e água quente, respectivamente.

6. Os teores de monossacarídeos na membrana e de proteína solúvel variam nas sementes tratadas com ácido ou água.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO NETO, J.C.; AGUIAR, I.B. Tratamentos pré-germinativos para superar a dormência de sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. **Scientia Forestalis**, n. 58, p.15-24, 2000.
- BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. Evolutionary considerations of claims for physical dormancy-break by microbial action and abrasion by soil particles. **Seed Science Research**, v. 10, n. 4, p. 409-413, 2000.
- BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities for protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248-254, 1976.
- BORGES, E.E.L.; BORGES, R.C.G.; BUCKRIDGE, M.S. Alterações nas composições de carboidratos e de ácidos graxos em sementes de jacarandá-dabahia osmocondicionadas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, n. 1, p. 10-16, 2000.
- BOSCAGLI, A.; SETTE, B. Seed germination enhancement in *Satureja Montana* L. spp. Montana. **Seed Science & Technology**, v. 29, n. 2, p. 347-355, 2001.
- BROWN, N.A.C.; BOOYSEN, P.V. Seed coat impermeability in several *Acacia* species. **Agroplanta**, v. 1, p. 51-60, 1969.
- CÂNDIDO, J.F. et al. Estudo da causa da dormência em sementes de guapuruvu (*Schizolobium parahybum* (Vell.) Blacke) e métodos para sua quebra. **Revista Árvore**, v. 5, n. 2, p. 224-232, 1981.
- ENGLYST, E.N.; CUMMINGS, J.H. Simplified method for the measurement of total non-starch polysaccharides by gas-liquid chromatography of constituent sugars as alditol acetates. **Analyst**, v. 19, p. 937-942, 1984.
- FERRANDIS, P.; HERRANZ, J.M.; MARTINEZ, S.J.J. Effect of fire on hard-coated *cistaceae* seed banks and its influence on techniques for quantifying seed banks. **Plant Ecology**, v. 144, n. 1, p. 103-104, 1999.
- FONSECA, S.M. **Variações fenotípicas e genéticas em bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham)**, 1982. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1982.
- GIORGINI, J.F.; COMOLI, E. Effect of embryo and exogenous GA3 on endospermic endo- $\beta$ -mannase activity of *Coffea arabica* L. during germination and early seedling growth. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 8, n. 1, p. 43-49, 1996.
- GUPTA, V. Structural changes in seed coat morphology during dormancy breaking in some medicinal plants. **Journal of Medical and Aromatic Plant Science**, v. 22-23, n. 4A-1A, p. 672-673, 2001.
- HERMANSEN, L.A. et al. Pretreatments to overcome seed coat dormancy in *Dimorphandra mollis*. **Seed Science Technology**, v. 28, n. 3, p. 581-595, 2000.
- HERMANSEN, L.A.; DURYEY, M.L.; WHITE, T.L. Variability in seed coat dormancy in *Dimorphandra mollis*. **Seed Science Technology**, v. 28, n. 3, p. 567-580, 2000.



- LOUREIRO, M.B. Quebra de dormência de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virglioides*) H.B.K. Leguminosae. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 9. 1995, Florianópolis. **Informativo ABRATES**. Londrina, v.5, n.2, p.91, 1995.
- MARTINS-ORDER, M.P.; BORGES, R.Z.; JUNIOR, N.B. Fotoperiodismo e quebra de dormência em sementes de Acacia negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Ciência Florestal**, v. 9, n. 1, p. 71-77, 1999.
- MENEGHELLO, G.E. et al. Tratamentos para superar a dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vel.) Morong. **Agropecuária Clima Temperado**, v. 3, n. 2, p. 199-204, 2000.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 49-85.
- PEREZ, S.J.G.; FANTI, S.C. Efeitos do armazenamento, envelhecimento, tratamentos pré-germinativos na germinação e velocidade de germinação de *Peltophorum dubium* (Spring) Taubert (canafistula). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 9. 1995, Florianópolis. **Informativo ABRATES**, v. 5, n. 2, p. 91, 1995.
- REZENDE, S.T. **Teores de oligossacarídeos de rafinose em soja, purificação e caracterização de invertases e  $\alpha$ -galactosidase de microorganismos**. 1998. 166f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília, 1998.
- SREERAMA, R. et al. Effect of pre-sowing treatments on seed germination of ornamental trees. **Current Research**, v. 29, n. 7-8, p. 127-128, 2000.
- SOUZA, S.M.; DRUMOND, M.A.; SILVA, H.O. Estudos de métodos para superar a dormência de sementes de *Piptadenia obliqua* (Pers), *Pithecellobium parvifolium* (Willd.) Benth e *Cassia excelsa* S. Chard. Pesquisa Florestal no nordeste semi-árido: sementes e mudas. **Boletim de Pesquisa**, n. 2, p.1-14, 1980.
- SUSKO, D.J.; MUELLER, J.P.; SPEARS, J.F. An evaluation of methods for breaking seed dormancy in kudzu (*Pueraria lobata*). **Canadian Journal of Botany**, v. 79, n. 2, p.197-203, 2001.
- TELES, M.M. et al. Métodos para quebra da dormência em sementes de leucena (*Leucaena leucephala* (Lam.) de Wit). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p.387-391, 2000.
- TIEU, A.L.; EGERTON-WARBURTON, M. Contrasting seed morphology dynamics in relation to the alleviation of dormancy with soil storage. **Canadian Journal of Botany**, v. 78, n. 9, p. 1187-1198, 2000.
- ZPEVAK, F.A.; PAGOTTO, T.C.S.; PEREZ, S.C.G.A. Quebra de dormência em sementes de *Adenanthera pavonina* L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 9. 1995, Florianópolis. **Informativo ABRATES**. v. 5, n. 2, p. 202, 1995.