

GERMINAÇÃO DE SEMENTES E ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS DE *SOLANUM LYCOCARPUM* ST. HILL SUBMETIDAS A ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA, QUÍMICA E TÉRMICA.

Anne Priscila Dias Gonzaga

Universidade de Brasília, Departamento de Ciências Florestais (DCF), Laboratório de Manejo Florestal. (Autor para correspondência: diaspri@gmail.com)

Lidiany Camila da Silva Carvalho

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais (DCF), Laboratório de Dendrologia e Ecologia de Florestas Tropicais

Hisaias de Souza Almeida

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais (DCF), Laboratório de Dendrologia e Ecologia de Florestas Tropicais

Elizângela Almeida Rocha

Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Bioquímica e Imunologia, Laboratório de Genética Bioquímica

Rodrigo Fagundes Braga

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Entomologia, Laboratório de Entomologia.

Yule Roberta Ferreira Nunes

Universidade Estadual de Montes Claros, Departamento de Biologia Geral, Laboratório de Ecologia e Propagação Vegetal

RESUMO - (Germinação de sementes e estabelecimento de plântulas de *Solanum lycocarpum* St. Hill submetidas a escarificação mecânica, química e térmica). Este trabalho testou a influência dos métodos de escarificação mecânica, química e térmica, na germinação e no estabelecimento de plântulas de *Solanum Lycocarpum*. Na germinação, a primeira semana foi o período com maior número de sementes germinadas e o tratamento Lixa diferiu significativamente dos demais, com maior média (66,99%). No estabelecimento, a variável altura, apresentou diferença entre os tratamentos e intervalos avaliados. Exceto nos tratamentos corte e ácido sulfúrico, os maiores crescimentos ocorreram no último intervalo, e o tratamento Lixa apresentou maior média. Já para o número de folhas e o diâmetro, às médias foram

semelhantes entre os tratamentos, contudo, entre os intervalos foram encontradas diferenças com maior crescimento no primeiro intervalo, em todos os tratamentos. Para o tratamento Lixa, foram observadas diferenças para o número de folhas e no tratamento ácido sulfúrico para o diâmetro. Assim, a escarificação com lixa é o método mais adequado para tratamento das sementes de *S. Lycocarpum*.

Palavras-chave: Análise não paramétrica, Dormência, Lobeira, Recuperação de áreas.

GERMINATION OF SEEDS SUBJECTED TO MECHANICAL, CHEMICAL AND THERMAL

ABSTRACT - (Germination of seeds subjected to mechanical, chemical and thermal scarification, and the St. Hill seedlings). This work tested the influence of the methods of mechanical, chemical and thermal scarification in the germination and establishment of *Solanum Lycocarpum* seedlings. In germination, the first week was the period with the greater number of germinated seeds. The sanding treatment differed significantly from others, with a higher average (66,99%). In establishment, the variable height presented difference between the treatments and appraised intervals. Except in the cutting and sulfuric acid treatments, the greater growth happened in the last interval, and the sanding treatment presented a greater average. As for the number of leaves and for the diameter, the averages were similar among the treatments. However, between (among) the intervals, differences were found, with greater growth in the first interval, in all the treatments. In using the sanding treatment, differences were observed for the number of leaves; and in the sulfuric acid treatment differences for the diameter were observed. Therefore, scarification with sandpaper (sanding) is

the most appropriate method for pre-germination treatment of *S. Lycocarpum*'s seeds.

Key words: Non parametric analysis, Dormancy, *Solanum lycocarpum*, Recovery of areas.

INTRODUÇÃO

Entre os eventos que ocorrem no ciclo de vida dos vegetais superiores, a germinação é um dos pontos mais críticos que (Metivier, 1986), pode ser caracterizada pela retomada do crescimento do embrião paralisado nas fases finais da maturação da semente, com conseqüente rompimento do tegumento pela radícula (Labouriau, 1983; Castro *et al.* 2004). Sob o ponto de vista fisiológico, a germinação é o evento que se inicia com a embebição de água pela semente e termina com a alongação do eixo embrionário e protrusão da radícula (Bewley, 1997).

As sementes de grande parte das espécies germinam prontamente quando colocadas no solo em ambientes favoráveis, porém outras, nas mesmas condições, não germinam, evento este conhecido como dormência. Várias são as formas que a dormência se manifesta, podendo ser desde alguma resistência à entrada de água para a germinação até os mais complexos mecanismos hormonais que controlam o desenvolvimento da semente (Bewley & Black, 1994).

A importância ecológica da dormência baseia-se principalmente no bloqueio da germinação, quando as condições ambientais não são adequadas (Almeida-Cortez, 2004) /permitindo que sementes dormentes sobrevivam e colonizem novos ambientes após superar situações estressantes (Baskin & Baskin, 1998). Esta característica pode favorecer a sobrevivência em relação aos fatores adversos do ambiente, no entanto, desfavorece a produção de mudas em grande quantidade, isso porque a germinação destas sementes é demorada e sem uniformidade. É necessário então para sua propagação o emprego de tratamentos que possam promover a rápida hidratação e o início da germinação (Borges *et al.* 1982).

Segundo Zaidan & Barbedo (2004), dentre os métodos de superação da dormência, a escarificação mecânica, o uso de agentes químicos (escarificação química) e a temperatura (escarificação térmica) têm atuado de forma eficaz no processo de quebra da dor-

mência da unidade de dispersão (Toledo & Marco Filho, 1977; Brasil, 1992).

De forma semelhante, o estabelecimento das plântulas também constitui um dos processos ecológicos mais importantes para a propagação de uma espécie (Baskin & Baskin, 1998). Tal fase é responsável por garantir maior ou menor probabilidade no sucesso adaptativo e reprodutivo, sendo, portanto, necessário conhecer o comportamento das espécies quanto à rapidez no crescimento, como por exemplo, por meio da mensuração dos incrementos em altura, diâmetro e número de folhas em um intervalo temporal.

O estabelecimento de uma espécie está ligado à capacidade de suas sementes germinarem rápida e uniformemente, a fim de vencer a concorrência com outras espécies presentes no local, ou pela capacidade de se manterem viáveis por períodos mais longos até que condições ambientais sejam propícias ao desenvolvimento das plântulas (Borges, 2003). Para tanto, cada uma desenvolve adaptações, como a mobilização de determinadas reservas que serão úteis para a formação de estruturas físicas, como parede celular, ou para respiração, sintetizando intermediários metabólicos com finalidades diversas (Borges & Rena, 1993; Borges, 2003; Buckeridge *et al.* 2004).

Observando a importância que o processo de dormência tegumentar apresenta para a ecologia e propagação das espécies vegetais, além de sua relação com o estabelecimento de seus indivíduos, estudos que englobem tanto a germinação quanto o estabelecimento são de extrema importância. Com isto, torna-se possível determinar o grau de influência de um tratamento de escarificação na germinação e no estabelecimento das espécies vegetais.

Desta forma, este trabalho apresentou como objetivo testar alguns dos métodos já utilizados e recomendados pela literatura (Duguma *et al.* 1988; Ferreira & Jacques, 1980; Aquila & Fett Neto, 1988) para superar a dormência de sementes, na germinação de *Solanum lycocarpum*, assim como determinar a influência destes métodos no estabelecimento de suas plântulas, proporcionando um maior aproveitamento na produção de mudas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A espécie estudada - *Solanum lycocarpum* St.-Hil. (Solanaceae), popularmente como lobeira

ou fruta-de-lobo (Cruz, 1979; Silva, 1996; Almeida *et al.* 1998), possui porte arbustivo e é distribuída em todo cerrado brasileiro, sendo rara em locais de mata (Felfili *et al.* 1992), mas bastante freqüente em áreas perturbadas (Oliveira-Filho & Oliveira, 1988; Lombardi & Motta Junior, 1993). São plantas que se estabelecem em ambientes com baixa disponibilidade de água (plantas xeromórficas), apresentam adaptações anatômicas e fisiológicas, que integradas, resultaram no sucesso adaptativo às condições hostis que tais ambientes oferecem (Eames & McDaniels, 1947; Fahn & Cutler, 1992; Vidal *et al.* 1999).

Na literatura, *S. lycocarpum* é amplamente conhecida possuir propriedades medicinais (Cruz, 1979; Almeida *et al.* 1998). A lobeira também é vista como espécie de interesse para o cultivo, uma vez que seus frutos são comestíveis e utilizados no preparo de doces (Silva, 1996; Almeida *et al.* 1998). Apresenta importância ecológica por servir de alimento ao lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) e outros mamíferos do cerrado especialmente durante a estação seca (Dalponte & Lima, 1999), além de ser uma das espécies consideradas como colonizadoras iniciais em áreas antropizadas (Felfili *et al.* 1992).

Desta forma, *S. lycocarpum* pode ser útil na recuperação de áreas degradadas por ser uma espécie resistente a condições edáficas estressantes e pela produção de mudas, já que por ter frutos, estão disponíveis ao longo do ano (Dalponte & Lima, 1999) pode ser conseguida de maneira contínua (Silva *et al.*

1994). Essas sementes alcançam grande longevidade e qualquer procedimento que permita romper o tegumento das sementes (escarificação), fazendo-as absorver água, promove sua germinação e a emergência de plântulas geralmente vigorosas (Murakami, 1976; Rizzini, 1976; Abrão & Dias, 1978; Carvalho *et al.* 1980; Alcalay & Amaral, 1982).

Coleta dos frutos e germinação das sementes - Em junho de 2003 foram coletados frutos de 13 matrizes arbustivos-arbóreas, localizadas na reserva da COPASA em Juramento/MG (16°46'20"S e 43°39'56"W) região norte do estado de Minas Gerais. Posteriormente, as sementes foram separadas manualmente das demais estruturas do fruto e armazenadas em sacos de papel.

As sementes foram submetidas a quatro métodos de escarificação, dentre eles: a mecânica (1)-lixamento e (2)-corte de aproximadamente 2,0mm da região posterior ao hilo das sementes; (3)-a escarificação química, por meio da imersão das sementes em ácido sulfúrico por 5 minutos; (4)-escarificação térmica, pela imersão das sementes em água quente 70°C durante 30 minutos; e tratamento controle-(5); com sementes intactas.

As sementes tratadas foram então distribuídas em 500 sacos plásticos pretos, de 35x20cm, contendo substrato composto de 80% de terra vegetal e 20% de areia. Foram utilizados 100 sacos por tratamento, cada um contendo três sementes, totalizando 1500 sementes (**Tabela 1**).

Tratamento	N	
	Germinação	Estabelecimento
(1) Lixa	300	20
(2) Corte	300	41
(3) Ac. Sulfúrico	300	36
(4) Água Quente	300	30
(5) Controle	300	30
Total	1500	157

Tabela 1: Código de cada tratamento e valores de N (Número de sementes e plântulas de *Solanum lycocarpum*) utilizadas nos experimentos de germinação e estabelecimento por tratamento e totais.

Os sacos foram mantidos na Casa de Vegetação da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), sendo estes irrigados diariamente onde a umidade relativa do ar (UR), temperatura e luz variaram de acordo com o ambiente externo.

A semeadura direta das sementes foi realizada no dia 29 de dezembro de 2003, com a germinação iniciada em 06 de janeiro e término no dia 27 de janeiro de 2004. O experimento foi avaliado semanalmente por um período de 30 dias, sendo considerada germinada as sementes que haviam emergido os cotilédones.

Estabelecimento das plântulas - Para verificar se há influência do método de escarificação das sementes de *S. lycocarpum* no estabelecimento de suas plântulas, foram utilizados os indivíduos procedentes do experimento de germinação. Deste modo, foram conservadas as mesmas condições de substrato, ambientais (condições de umidade, temperatura, URA) e estruturais (instalações em que o experimento foi conduzido).

Para evitar o efeito da competição no estabelecimento das plântulas, sob o provável efeito da escarificação foram escolhidos, em cada tratamento, sacos que continham apenas uma semente germinada desde o início do experimento, por esta razão, sacos que continham duas ou mais plântulas foram descartados. Dessa maneira, o total de sacos utilizados para essa segunda fase do experimento variou entre os cinco tratamentos (**Tabela 1**).

O desenvolvimento das plântulas foi acompanhado por um período de três meses, sendo as avaliações realizadas semanalmente no primeiro mês e quinzenalmente nos meses seguintes. O crescimento das plântulas foi mensurado por meio da altura máxima (desde o colo até a última gema apical do ramo principal) utilizando-se régua milimetrada, do diâmetro a altura do solo (DAS) com o auxílio de paquímetro de metal e do número de folhas (Paiva & Poggiani, 2000).

Análises dos Dados - O efeito dos diferentes tratamentos de escarificação na velocidade da germinação e o número das sementes germinadas entre tratamento, entre os intervalos de avaliação e na interação entre tratamento X intervalo de avaliação, foram testados por meio da análise de variância (ANOVA) (Zar, 1996), sendo que a porcentagem de

germinação foi transformada para a função arcoseno (Zar, 1996), para a normalização dos dados. As médias dos tratamentos foram comparadas por meio do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Para a obtenção das taxas de desenvolvimento das plântulas foram calculadas as diferenças entre o crescimento final e o crescimento inicial destas (Paiva & Poggiani, 2000), para cada um dos intervalos das avaliações, que totalizaram seis intervalos. Para testar as possíveis diferenças no desenvolvimento das plântulas, utilizou-se uma análise não paramétrica de Kruskal-Wallis (Zar, 1996), em função da origem dos dados, sendo avaliadas as diferenças entre os tratamentos de escarificação e intervalos de avaliação.

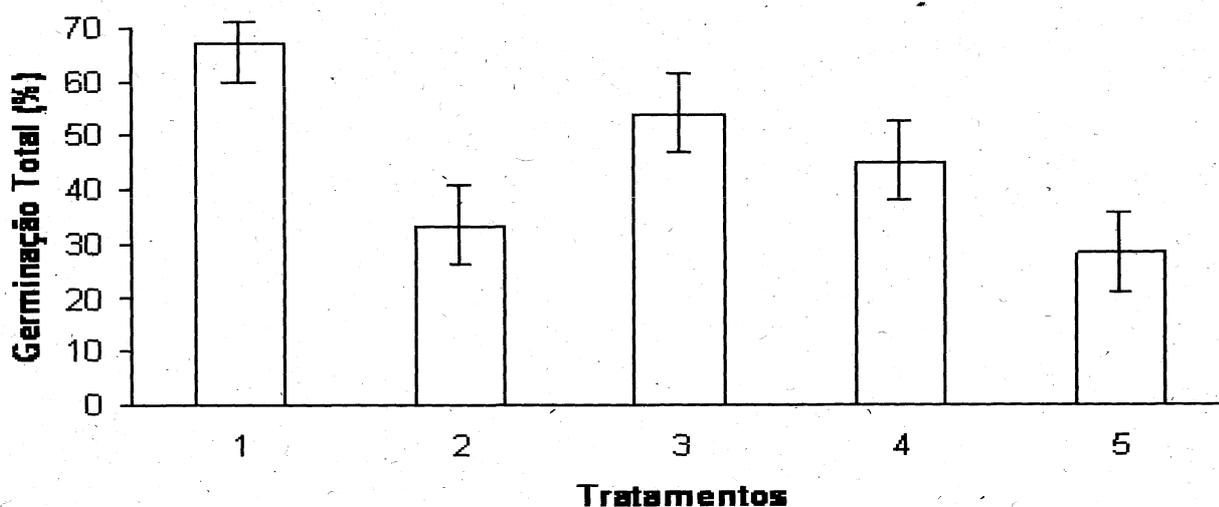
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Germinação - Na germinação, foi observada diferença entre os tratamentos de escarificação ($p < 0,001$; $F = 30,954$; $N = 1500$), nos intervalos de avaliação ($p < 0,001$; $F = 296,346$; $N = 1500$) e na interação tratamento x intervalo ($p < 0,001$; $F = 11,049$; $N = 1500$). A maior média de germinação foi encontrada para o tratamento (1) que obteve uma taxa de 66.99% (201 sementes), seguida dos tratamentos (3) com 54% (162 sementes), (4) com 45% (135 sementes) e (2) com 33.33% (100 sementes), já o tratamento (5) obteve apenas 27.99% (84 sementes germinadas). Melo *et al.* (1998), observaram taxas de germinação de 95%, para plantas de lobeira, valor bastante acima das encontradas por este estudo.

Na comparação entre tratamentos, avaliada por meio do pós teste, observou-se que o tratamento (1) diferenciou-se dos demais ($p < 0,05$), contudo não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos (2) e (5) ($p = 0,6697$), e tratamentos (3) com (4) ($p = 0,1609$), (**Figura 1**).

Os resultados encontrados demonstram que o tratamento (1) apresentou maior eficiência na quebra da dormência tegumentar de *Solanum lycocarpum*. Isto provavelmente se deve ao fato da escarificação mecânica (lixa) ter proporcionado o rompimento do tegumento, tornando os cotilédones expostos, contudo, sem causar danos ao embrião, permitindo que a semente realizasse trocas gasosas com o meio externo e embebesse água em maiores proporções ou com uma maior rapidez, desencadeando e acelerando o processo de germinação, anteriormente latente

Figura 01: Porcentagem der germinação total de sementes de *Solanum Lycocarpum* utilizando tratamentos de escarificação (1) Lixa, (2) Corte, (3) Ácido sulfúrico, (4) Água quente e (5) Controle, não escarificação.



(Santos *et al.* 2004, Azania *et al.* 2003). Este resultado foi corroborado por Prasad & Nautiyal (1996) que trabalhando com *Bauhinia racemosa* Lam. observou 82% no porcentual de germinação com o uso desse tratamento.

O tratamento (3) apresentou a segunda maior taxa de germinação, este resultado mostra a eficiência da utilização de ácidos na quebra de dormência dessa espécie. Ácidos como o sulfúrico, quando em contato com os tegumentos duros da semente, podem levar a ruptura da testa, facilitando a embebição e trocas gasosas. Este procedimento tem sido amplamente utilizado em sementes de espécies arbóreas como *Bowdichia virgilioides* (sucupira-preta), *Indigofera suffruticosa* (anileira), *Cassia excelsa*, *Mimosa caesalpiniaefolia* (Jeller & Perez, 1999; Garcia *et al.* 2000; Bruno *et al.* 2001; Smiderle & Souza, 2002).

Este resultado foi semelhante ao encontrado por Guimarães (2002), que sementes que passaram pelo trato digestivo de lobo guará e anta, apresentaram maiores índices de germinação. Mesmo padrão foi encontrado por Rodrigues *et al.* (1990) e Araújo *et al.* (2000) que observaram o uso do ácido sulfúrico como um tratamento adequado para quebra de dormência das sementes de algumas espécies.

Já o tratamento (2) não proporcionou uma resposta positiva quanto a taxa de germinação, assim como o tratamento (4), que se mostrou pouco efetivo, não sendo, portanto recomendado à utilização destes

para quebra da dormência da espécie estudada. As possíveis causas para estas respostas não são totalmente esclarecidas e necessitam de mais estudos que visem compreender a influência da dimensão do corte bem como da temperatura da água e do tempo de imersão sobre a germinação das sementes de *S. lycocarpum*, contudo, danos causados ao embrião pelos métodos provavelmente comprometeram sua viabilidade.

De fato, Alves *et al.* (2000) estudando sementes que foram submetidas a água quente a 100°C, encontrou um baixo índice de germinação, onde possivelmente, a associação entre a elevada temperatura e ao seu tempo de exposição que levaram a morte da semente. Contudo, em outros experimentos realizados com *Canna indica* L, *Rhus javanica* L. e *Sesbania punicea* Benth o tratamento com água quente proporcionou altas taxas de germinação (Grootjem & Bauman, 1988; Washington, 1988; Graaff & Van Staden, 1983), provavelmente este resultado ocorreu devido ao tegumento dessas espécies serem mais espessos que o tegumento das sementes de *S. lycocarpum*.

Para as sementes submetidas ao tratamento controle pode se observar um padrão já esperado, com as menores porcentagens de germinação, devido a ausência de escarificação, o que possivelmente indica a existência de um mecanismo de dormência em sementes de *S. lycocarpum* (Santos *et al.* 2003). Este resultado corrobora uma série de outros estudos em que foram utilizadas outras espécies, em que o trata-

mento controle apresentou uma taxa de germinação bastante inferior aos demais tratamentos utilizados (Santos *et al.* 2003).

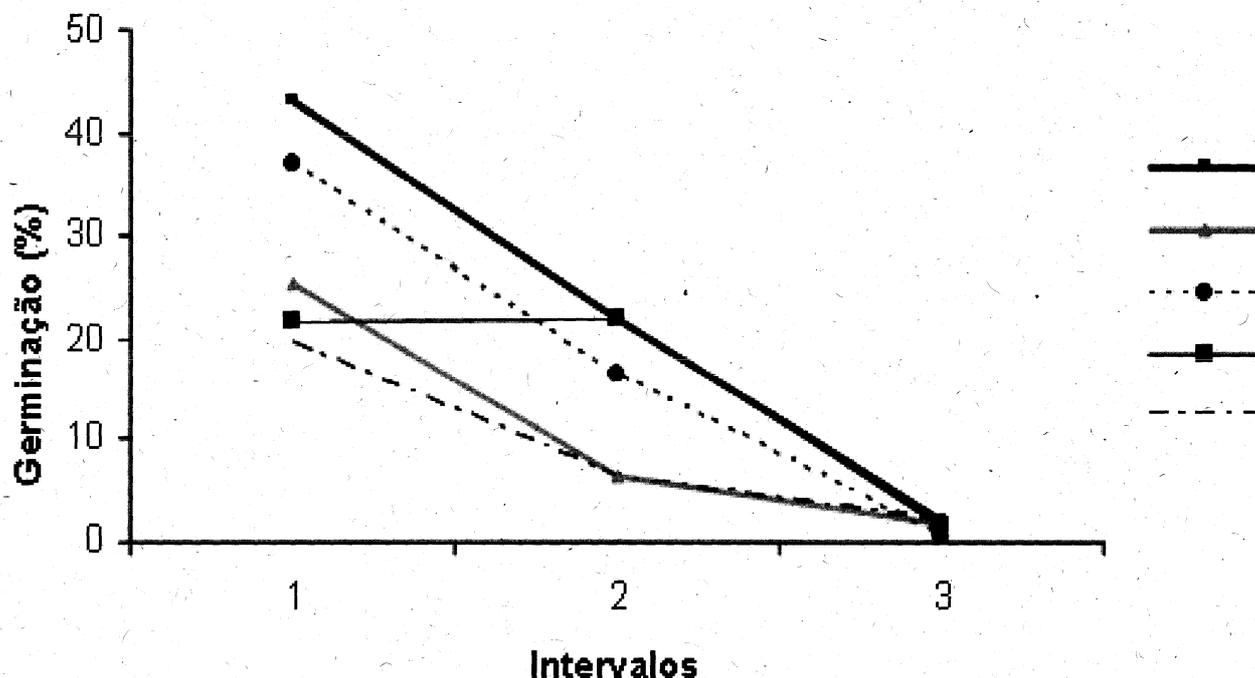
A maior velocidade de germinação (**Figura 2**) foi obtida na primeira semana, para todos os tratamentos, período em que se pode observar o maior número de semente germinada. Isto provavelmente ocorreu porque o único fator que estava impedindo o processo de germinação seria a impermeabilidade do tegumento, a qual foi quebrada pelos tratamentos de escarificação utilizados, tornando assim essas sementes capazes de retomar o mecanismo de manutenção tornando seu metabolismo mais intenso, induzindo o processo de respiração e, assim, favorecendo a penetração do oxigênio, e aumentando o volume do embrião e dos tecidos de reserva e conseqüentemente o consumo destas, estimulando dessa forma, as atividades metabólicas básicas que favorecem o crescimento do eixo embrionário e conseqüentemente, a germinação da semente (Zaidan & Barbedo, 2004;

Marcos Filho, 1986; Kerbauy, 2004).

Somente o tratamento (4), obteve taxas de germinação semelhante entre o primeiro e o segundo intervalo sendo assim considerados os intervalos com maior velocidade de germinação para este tratamento. Fatores como luz, umidade e temperatura são fundamentais na germinação das sementes (Santos-Junior *et al.* 2004), sendo assim, a variação destes fatores podem contribuir tanto positiva quanto negativamente no desenvolvimento do embrião. A elevada temperatura da água e/ou a longa exposição das sementes à mesma, podem ter provocado danos aos tecidos embrionários, reduzindo o número de sementes germinadas e retardando o desenvolvimento do embrião.

No terceiro intervalo de avaliação pode-se observar uma queda abrupta no número de sementes germinadas, onde todos os tratamentos obtiveram taxas inferiores a 3%, chegando a 0% no quarto intervalo, último período de avaliação (**Figura 2**).

Figura 02: Velocidade de germinação de sementes de *Solanum Lycocarpum*, utilizando as taxas de germinação de cada tratamento nos intervalos de avaliação.



O que pode demonstrar um investimento relativamente alto das sementes da espécie, que ao encontrar um ambiente propício a germinação, investem no rápido desenvolvimento dos embriões, procurando garantir maior sucesso no estabelecimento das plântulas.

Estabelecimento - Com relação a variável altura, (Tabela 2), foi observado que as plântulas de *S. lycocarpum* diferiram tanto entre os tratamentos ($p < 0,001$; $H = 39,004$; $N = 157$), como entre os intervalos avaliados ($p < 0,001$; $H = 130,890$; $N = 157$).

Tabela 2: Médias e desvios padrões das variáveis (altura, diâmetro e número de folhas) avaliadas no estabelecimento de plântulas de *Solanum Lycocarpum*, originadas a partir de sementes esscarificadas com os tratamentos (1) Lixa, (2) Corte, (3) Ácido Sulfúrico, (4) Água Quente e não esscarificadas (5) Controle, ao longo de seis intervalos de avaliação.

Intervalos	Diâmetro (cm)				
	1	2	3	4	5
1	0,085 ± 0,049	0,107 ± 0,03	0,117 ± 0,040	0,095 ± 0,027	0,090 ± 0,67
2	0,040 ± 0,050	-0,002 ± 0,061	-0,001 ± 0,079	-0,002 ± 0,075	0,017 ± 0,11
3	0,010 ± 0,064	0,006 ± 0,075	-0,001 ± 0,071	0,023 ± 0,085	-0,002 ± 0,042
4	0,035 ± 0,059	0,018 ± 0,054	0,026 ± 0,405	0,000 ± 0,086	0,018 ± 0,046
5	0,065 ± 0,093	0,056 ± 0,081	0,061 ± 0,071	0,027 ± 0,078	0,053 ± 0,101
6	0,045 ± 0,069	0,046 ± 0,067	0,044 ± 0,069	0,007 ± 0,070	0,070 ± 0,075
Altura (cm)					
1	0,870 ± 0,676	1,544 ± 0,0707	1,453 ± 1,178	0,847 ± 1,031	1,190 ± 1,690
2	0,385 ± 1,770	0,676 ± 1,671	0,683 ± 1,795	-0,010 ± 1,934	1,257 ± 2,677
3	1,695 ± 2,11	0,805 ± 2,405	-0,197 ± 1,783	0,220 ± 2,067	0,470 ± 1,132
4	2,320 ± 1,195	1,307 ± 2,250	1,475 ± 1,084	0,220 ± 2,555	1,263 ± 2,063
5	3,740 ± 3,550	3,544 ± 3,460	3,347 ± 2,540	2,160 ± 3,394	3,120 ± 3,898
6	5,515 ± 3,048	4,205 ± 3,067	2,350 ± 1,974	1,310 ± 3,416	3,177 ± 2,986
Número de Folhas					
1	3,560 ± 1,501	3,293 ± 1,677	3,194 ± 1,687	3,167 ± 1,533	3,300 ± 2,136
2	1,280 ± 1,866	1,463 ± 2,367	0,805 ± 2,278	0,233 ± 2,360	1,033 ± 2,606
3	2,600 ± 3,170	1,341 ± 2,057	1,194 ± 1,737	1,367 ± 2,953	0,667 ± 1,061
4	1,450 ± 1,538	0,976 ± 1,651	1,055 ± 1,911	1,433 ± 3,202	1,133 ± 2,063
5	0,00 ± 4,078	1,219 ± 2,351	1,00 ± 2,204	1,067 ± 3,183	0,233 ± 1,870
6	0,600 ± 1,875	-0,488 ± 2,694	0,140 ± 2,738	0,933 ± 4,884	1,567 ± 3,954

Devido a ações estocásticas, que ocasionalmente provocaram quebra no ápice das plântulas e a morte de alguns indivíduos, a variável altura assumiu tanto valores positivos quanto negativos com relação aos intervalos de avaliação.

Com exceção dos tratamentos (2) e (3), que obtiveram as médias máximas de crescimento em altura no quinto intervalo de avaliação, (Tabela 2), todos os demais tratamentos atingiram as maiores médias de crescimento no último intervalo, sendo o tratamento (1) o que apresentou maior média (Tabela 2, Figura 3A).

Durante a fase inicial de desenvolvimento, logo após a germinação, a nutrição da plântula ocorre principalmente pelos cotilédones que logo em seguida são descartados, quando o sistema radicular da planta se encontra apto para suprir suas necessidades fisiológicas (Carvalho & Nakagawa, 2000). Desta forma, com um sistema radicular mais desenvolvido os indivíduos poderiam retirar maiores quantidades de nutrientes e água do solo, e desta forma investir em um maior crescimento (Bordin *et al.* 2005).

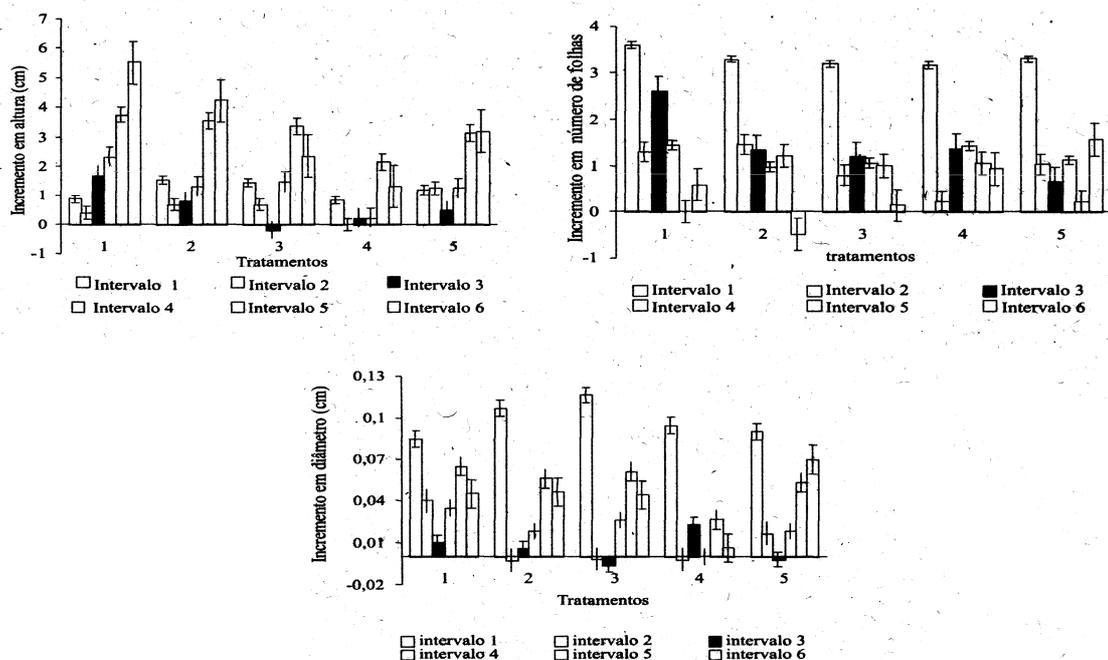
Por outro lado, os tratamentos de escarificação utilizados nos tratamentos (2) e (3) podem ter danificado os cotilédones, induzindo a um crescimento acelerado dos sistemas radicular e aéreo das plântulas. De fato, Vidal *et al.* (1999) estudando a emergência de

plântulas de *S. lycocarpum* submetidos a dois tratamentos de estresse hídrico observou que a porcentagem de emergência foi maior nos primeiros 15 dias de avaliação, ou seja, no início do experimento.

Quando a variável avaliada é o número de folhas (Tabela 2), pode-se observar que as médias foram consideradas semelhantes entre os tratamentos ($p=0,203$; $H= 5,941$; $N=157$), sendo encontradas diferenças significativas apenas entre os intervalos de avaliações ($p<0,001$; $H=173,209$; $N=157$). Para esta variável as maiores médias de crescimento foram obtidas no primeiro intervalo de avaliação para todos os tratamentos (Figura 3B), sendo que o tratamento 1 apresentou maior média nesse intervalo (Tabela 2).

Padrão semelhante foi observado para o DAS (Tabela 2), que não apresentou divergências significantes entre os tratamentos ($p= 0,802$; $H=1,632$; $N=157$), contudo diferiu quanto as médias encontradas em cada intervalo, ($p<0,01$; $F= 239,568$; $N=157$). As maiores médias de crescimento em DAS foram observadas no primeiro intervalo para todos os tratamentos, sendo o tratamento (3) o que apresentou maior média nesse período (Tabela 2, Figura 3C), o que difere dos resultados encontrados para as demais variáveis analisadas em que o tratamento (1) apresentou os maiores valores de crescimento.

Figura 03: Incremento médio em centímetros de altura (A), número de folhas (B) e centímetros de DAS (diâmetro a altura do solo) (C) das plântulas de *Solanum Lycocarpum* em cada um dos cinco tratamentos de escarificação e nos seis intervalos de avaliação utilizado para quebra de dormência.



Possivelmente, este padrão ocorreu para as sementes que conseguiram suportar o calor em que estas estavam expostas, que em função do rompimento do tegumento pela água a uma temperatura elevada, o que provavelmente possibilitou uma embebição de água, de forma mais acelerada neste tratamento que nos demais, o que pode ter favorecido o investimento em crescimento do diâmetro para os indivíduos deste tratamento neste intervalo de tempo (Grootjem & Bauman, 1988; Washington, 1988; Graaff & Van Staden, 1983). Contudo, o efeito da temperatura sobre a germinação é complexo, já que ela afeta cada estágio do processo, alterando as velocidades de diferentes reações e sob dependência de outros fatores (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1989).

O processo de germinação da semente é iniciado graças às reservas próprias do embrião e depois mantido com o consumo dos componentes dos tecidos de reserva, pela atividade enzimática e pelo fluxo dos componentes solúveis às regiões de crescimento onde há rápido consumo (Carvalho & Nakagawa, 2000), provavelmente os resultados encontrados para as variáveis número de folhas e diâmetro, em que as médias do primeiro intervalo superou todas as outras, as plântulas poderiam estar usando os recursos ainda disponíveis no cotilédone de suas sementes assim como nos recursos encontrados no solo.

Yamaguchi (1996) e Matsui *et al.* (1999) observaram que em sementes de *Cucumis sativus* a degradação das reservas de proteínas inicia-se aos três dias após a germinação e que a diminuição desta está claramente correlacionada com a transição do metabolismo dos cotilédones, dependente da fonte da energia preservada nas sementes para o crescimento autotrófico. Nesse contexto, Buckeridge *et al.* (2004) também evidenciaram a mobilização das reservas de proteínas para a estruturação dos processos que conferem capacidade de absorver nutrientes e realizar fotossíntese.

Essas relações evidenciam a mobilização dos compostos de reserva dos cotilédones (fonte) e sua translocação para outros órgãos (dreno), à medida que a redução na massa seca cotiledonar reflete o aumento na produção de biomassa de parte aérea e raiz da nova plântula. Desta forma, a plântula neste estágio consegue utilizar os poucos recursos ainda disponíveis no cotilédone da semente assim como os disponíveis no solo para investir na sua estrutura, crescimento em

DAS, e produção de componentes, como as folhas, para investir ainda mais no seu desenvolvimento e garantir sua sobrevivência.

Contudo, após desenvolver suas primeiras folhas, os indivíduos mostraram investir preferencialmente em crescimento primário, provavelmente em decorrência ao caráter heliófito da espécie, que procurando garantir sua manutenção fotossintética, investe no crescimento em altura. De fato, segundo Turner (1986), um dos mecanismos de resistência à seca é o aumento da biomassa e da profundidade radicular, permitindo à planta utilizar maior quantidade de solo e manter seu suprimento de água. Tal característica seria uma resposta da espécie à baixa densidade de água na estação seca, evento comum nos ambientes em que a espécie ocorre, promovendo nestas um rápido crescimento da raiz, visando minimizar os efeitos da seca (Paulilo & Felipe, 1995).

Resultados semelhantes aos encontrados neste estudo foram obtidos durante a germinação e o crescimento inicial de plântulas de *S. lycocarpum* submetidos a dois tratamentos de estresse hídrico (Vidal *et al.* 1999), assim como em estudos realizados com *Brassica oleracea* e espécies do gênero *Impatiens* (Nozzolillo & Thie, 1984; Qouta, 1991), onde o maior crescimento das plântulas foi no primeiro intervalo de avaliação.

Desta forma, a partir dos resultados encontrados neste trabalho, pode-se inferir que o método de escarificação mecânica com lixa é o mais adequado para produção de mudas de *S. lycocarpum*, principalmente em projetos que visem o emprego destas em na recuperação de áreas degradadas, uma vez que a remoção de parte do tegumento das sementes por meio deste método, permitiu que as sementes apresentassem as maiores porcentagens de germinação e com elevada velocidade além de apresentar um estabelecimento, de uma maneira geral, com as mais elevadas médias de crescimento, exceto para o parâmetro DAS.

No entanto, o tempo necessário para se obter mudas mais vigorosas, que se adaptem com maior facilidade ao local final de implantação, seja o tempo total utilizado no experimento (três meses), visto que, no último intervalo de avaliação, as plantas teriam seu maior crescimento em altura, e mesmo que apresentando médias de crescimento não tão elevadas, estas apresentavam valores em números de folhas e DAS bastante consideráveis.

Contudo, é importante salientar a importância e a necessidade de que mais estudos que englobem tanto o processo de germinação como o estabelecimento e plântulas de espécies tropicais, assim como a interação dos dois processos sejam realizados com maior intensidade. Principalmente quando estas plântulas são destinadas à projetos de manejo e restauração de áreas antropizadas, uma vez em que por intermédio destes trabalhos poderão ser obtidos subsídios sobre a biologia da própria espécie que auxiliem na elaboração de técnicas mais efetivas para a produção de mudas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRÃO, P. V. R. & DIAS, C. A. Tratamento pré-germinativo em sementes de acácia negra. **Roessleria**, v. 2, n. 1, p. 57-68, 1978.

ALCALAY, N. & AMARAL, D. M. I. Descrição de plântulas de algumas essências florestais de interesse econômico para o Rio Grande do Sul. **Roessleria**, v. 1, n. 4, p. 85-100, 1982.

ALMEIDA-CORTEZ, J. S. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artemd, 2004. 323p.

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M. & RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Brasília: Embrapa, 1998. p. 231-235.

ALVES, M. C. S.; FILHO, S. M. & TEÓFILO, E. M. Superação da dormência em sementes de *Bauhinia monandra* Britt. e *Bauhinia unguolata* L. – *Caesalpinoideae*. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p. 139-144, 2000.

ÁQUILA, M. S. A. & FETT NETO, A. G. Influência de processos de escarificação na germinação e crescimento inicial de *Leucaena leucocephala* (Lam.) DeWit. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 10, n. 1, p. 73-85, 1988.

ARAÚJO, E. F.; ARAÚJO, R. F.; SILVA, R. F. & GOMES, J. M. Avaliação de diferentes métodos de

escarificação das sementes e dos frutos de *Stylosanthes viscosa* Sw. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 1, p. 18-22, 2000.

AZANIA, A. A. P. M.; AZANIA, C. A. M.; PAVANI, M. C. M. D. & CUNHA, M. C. S. Métodos de superação de dormência em sementes de Ipomoea e Merremia. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 203-209, 2003.

BASKIN, C. C. & BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. London: Academic Press, 1998.

BEWLEY, J. & BLACK, M. **Seeds, physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BEWLEY, J. D. **Seed germination and dormancy**. The Plant Cell. v. 9. New York: Stanford, 1997. p. 1055-1066.

BORDIN, I.; NEVES, C. S. V. J.; AINDA, F. T.; SOUZA, W. R.; DAVOGLIO, J. A. C.; RAGUGNETTI, T. L. F. & TAVARES, F. J. Sistema radicular de plantas cítricas e atributos físicos do solo em um latossolo argiloso submetido à escarificação. **Ciência Rural**, v.35, n. 4, p. 820-825, 2005.

BORGES, E. E. L. **Comportamento bioquímico e fisiológico de sementes florestais nativas durante a embebição**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2003. (Tese de Doutorado)

BORGES, E. E. L. & RENA, A. B. Germinação de sementes. In: Aguiar, I. B.; Piña-Rodrigues, F. C. M. & Figliolia, M. B (eds.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: Abrates, 1993. 350p.

BORGES, E. E. L.; BORGES, R. C. G.; CANDIDO, J. F. & GOMES J. P. Comparação de métodos de quebra de dormência em sementes de copaíba. **Revista Brasileira de Sementes**, v.4, n. 1, p. 9-12, 1982.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura. Equipe Técnica da Divisão de Sementes e Mudanças, 1992. 188p.

- BRUNO, R. L. A.; ALVES, E. U.; OLIVEIRA, A. P. & PAULA, R. C. Tratamentos pré-germinativos para superar a dormência de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 2, p. 136-143, 2001.
- BUCKERIDGE, M. S.; AIDAR, M. P. M.; SANTOS, H. P. & TINÉ, M. A. S. Acúmulo de Reservas. In: Ferreira, A.G. & Borghetti, F. (eds.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 324 p.
- CARVALHO, N. M. & NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 2000. 424p.
- CARVALHO, N. M.; SOUZA FILHO, J. F.; GRAZIANO, T. T. & AGUIAR, E. B. Maturação fisiológica de sementes de amendoim do campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 2, p. 23-28, 1980.
- CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J. & HILHORST, H. W. M. Desenvolvimento de Sementes e conteúdo de água.. In: Ferreira, A. G. & Borghetti, F. (eds.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 324p.
- CRUZ, G.L. **Dicionário das plantas úteis do Brasil**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979. 599 p.
- DALPONTE, J. C. & LIMA, E. S. Disponibilidade de frutos e a dieta de *Lycalopex vetulus* (Carnivora) em um cerrado do Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, p. 325-332, 1999.
- DUGUMA, B.; KANG, B. T. & OKALI, D. U. U. Factors affecting germination of *Leucaena* seed. **Seed Science & Technology**, v. 16, p.489-500, 1988.
- EAMES, A. J. & MACDANIELS, L. H. **An introduction to plant anatomy**. 2 ed. New York: McGraw-Hill, 1947.
- FAHN, A. & CUTLER, D. **Xerophytes**. Berlin: Gebruder Borntraeger, 1992.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; MACHADO, J. W. B.; WALTER, B. M. T.; SILVA, P. E. N. & HAU, J. D. Análise comparativa da florística e fitossociologia da vegetação arbórea do Cerrado senso restrito na Chapada Pratinha, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 6, n. 2, p.: 27-46, 1992.
- FERREIRA, A. G. & JACQUES, S. M. C. Efeito da estocagem sobre a germinação de *Mimosa bimucronata* (DC.) OK. e *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Ciência e Cultura**, v. 32, n. 8, p. 69-72, 1980.
- GARCIA, J.; TAKESHI, T.; BAROCHI, T. K.; NOGUEIRAS J. C. M. & OLIVEIRA S. M. Efeito de tratamentos para acelerar a germinação de sementes de anileira (*Indigofera suffruticosa*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 30, n. 2, p. 55-57, 2000.
- GRAAFF, J. L. & VAN STADEN, J. The effect of different chemical and physical treatments on seed coat structure and seed germination of *Sesbania* species. **Zeitschrift fuer Pflanzenphysiologie**, v. 112, p. 221-230, 1983.
- GROOTJEN, C. J. & BOUMAN, F. Seed structure in Cananaceae: taxonomic and ecological implications. **Annals of Botany**, v. 61, n. 3, p. 363-371, 1988.
- GUIMARÃES, H. F. **Biologia e Conservação do Lobo guará, na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas. 2002. (Tese de Doutorado)
- JELLER, H. & PEREZ, S. C. J. G. A. Dormência e temperatura em sementes de *Cassia excelsa*. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 1, p. 41-45, 1999.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.
- LABOURIAU, L. J. **A germinação de sementes**. Washington: OEA, 1983. 174p.
- LOMBARDI, J. A. & MOTTA JUNIOR, J. C. Seed dispersal of *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Solanaceae) by the maned wolf, *Chrysocyon brachyurus* Illiger (Mammalia, Canidae). **Ciência e Cultura**, v. 45, n. 2, p. 126-127, 1993.
- MARCOS FILHO, J. Germinação de sementes. In: Cicero, S. M.; Marcos Filho, J. & Silva, W. R. (eds.).

- Atualização em produção de sementes.** Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.11-39.
- MATSUI, K. Cucumber Cotyledon Lipoxygenase during Postgerminative Growth. Its Expression and Action on Lipid Bodies. **Plant Physiology**, v. 119, p. 1279-1287, 1999.
- MELO, J. T.; SILVA, J. A.; TORRES, R. A. A.; SILVEIRA C. E. S. & CALDAS, L.S. Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies do cerrado. In: Sano, S. M. & Almeida, S. P. (eds.). **Cerrado Ambiente e Flora.** Planaltina: Embrapa, 1998. p. 195-243.
- METIVIER, J. R. Giberelinas. In: Ferri, M. G. (ed.). **Fisiologia vegetal.** São Paulo: EDUSP, v. 2, 1986. p. 129-161.
- MAYER, A. C. & POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds.** London: Pergamon Press, 1989. 270p
- MURAKAMI, M. T. **Estudos de quebra de dormência de sementes de *Delonix regia Rafia* (flamboyant).** Jaboticabal: Universidade do Estado de São Paulo. 1976. 40 p. (Dissertação de Mestrado)
- NOZZOLILLO, C. & THIE, I. A comparative study of mobilization of lipid and carbohydrate reserves during germination of seeds of three species of *Impatiens* (Balsaminaceae): *I. balsamina* L., *I. capensis* Meerb. and *I. ballida* Nutt. **Torrey Botanical Club**, v. 111, n. 2, p. 200-208, 1984.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T. & OLIVEIRA, L. C. A. Biologia floral de uma população de *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Solanaceae) em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v.11, p. 23-32, 1988.
- PAIVA, A. V. & POGGIANI, F. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas plantadas no sub-bosque de um fragmento florestal. **Scientia Forestalis**, v. 57, n. 3, p. 141-151, 2000.
- PAULILO, M. T. S. & FELIPPE, G. M. Contribuição dos cotilédones e partição de matéria durante o crescimento inicial de *Qualea grandiflora* Mart. (*Vochysiaceae*). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 17, n. 2, p. 87-91, 1994.
- PRASAD, P. & NAUTIYAL, A. R. Physiology of germination in *Bauhinia*: involvement of seed coat in inhibition of germination in *B. racemosa* seeds. **Seed Science and Technology**, v. 24, n. 2, p. 305-308, 1996.
- QOUTA, L. A. Changes in seed reserves and cell-wall composition of component organs during germination of cabbage (*Brassica oleracea*) seeds. **Journal Plant Physiology**, v. 138, n. 6, p. 700-707, 1991.
- RIZZINI, C. T. Nota sobre um embrião dormente em leguminosa esclerodérmica. **Rodriguésia**, v. 29, n. 42, p. 33-39, 1976.
- RODRIGUES, E. H.; AGUIAR, I. B. & SADER, R. 1990. Quebra de dormência de sementes de três espécies do gênero *Cassia*. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 12, n. 2, p. 17-27.
- SANTOS, T. O.; MORAIS, T. G. O. & MATOS, V. P. 2004. Escarificação Mecânica em Sementes de Chichá (*Sterculia foetida* L.). **Revista Árvore**, 28 (1): 1-6.
- SANTOS, M. R. A.; PAIVA, R.; GOMES, G. A. C.; PAIVA, P. D. O. & PAIVA, L. V. Estudos sobre superação de dormência em sementes de *Smilax japecanga* Grisebach. **Ciência Agrotécnica**, v. 27, n. 2, p. 319-324, 2003.
- SILVA, S. P. **Frutas do Brasil.** São Paulo: Empresa de Artes, 1996. 130p.
- SILVA, J. A.; SILVA, D. B.; JUNQUEIRA, N. T. V. & ANDRADE, L. R. M. **Frutas nativas dos cerrados.** Brasília: EMBRAPA, 1994. 166p.
- SILVA, T. R. G.; CORTELAZZO, L. A. & DIETRICH, S. M. C. Variations in storage compounds during germination and early plantlet growth of *Dalbergia miscolobium*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 10, n. 2, p. 119-124, 1998..

SMIDERLE, O. J. & SOUZA, R. C. P. Dormência em sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Hunth - *Fabaceae* - *Papilionidae*). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 1, p. 72-75, 2002.

ZAIDAN, L. B. P. & PARBEDO, C. J. Quebra de dormência em sementes. In: Ferreira, A. G. & Borghetti, F. (eds.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004.p. 135-146.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 3 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1996. 121p.

WASHINGTON, I. Effect of high temperatures on the permeability and germinability of the hard seeds of *Rhus javanica* L. **Annals of Botany**, v. 62, n. 1, p. 13-16, 1988.

YAMAGUCHI, Y. Emergence of proteases in germinating cucumber cotyledons and their roles in the two-step degradation of storage protein. **Plant Cell Physiology**, 37: 279-284, 1996.