

## **E S CARIFICAÇÃO ÁCIDA NA SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DE SEMENTES DE PAU FERRO (*Caesalpineia ferrea* Mart.ex Tu. var. *leiostachya* Benth.)**

*Edna Ursulino Alves*

Prof.<sup>a</sup> do Centro de Ciências Agrárias - UFPB  
E-mail: ednaursulino@cca.ufpb.br

*Riselane de Lucena Alcântara Bruno*

Prof.<sup>a</sup> do Centro de Ciências Agrárias -UFPB  
E-mail: lane@cca.ufpb.br

*Ademar Pereira de Oliveira*

Prof. do Centro de Ciências Agrárias -UFPB

*Adriana Ursulino Alves*

UNESP - Jaboticabal  
E-mail: adusp@hotmail.com

*Anarlete Ursulino Alves*

Prof.<sup>a</sup> do Centro de Ciências Agrárias -UFPB  
E-mail: arleteu@bol.com.br

**RESUMO:** Sementes de pau ferro (*Caesalpineia ferrea* Mart.ex Tu. var. *leiostachya* Benth.) apresentam germinação baixa e irregular devido à presença de dormência causada pela impermeabilidade do tegumento. Com a finalidade de determinar-se um método eficiente para acelerar e uniformizar a germinação, suas sementes foram submetidas a diferentes períodos de imersão (0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos) em ácido sulfúrico (95-98 %), sendo avaliados a emergência e o vigor das mesmas (primeira contagem, índice de velocidade, tempo médio e frequência relativa de emergência, comprimento e massa seca das plântulas). O experimento foi realizado em casa de vegetação, utilizando-se o delineamento inteiramente ao acaso, com sete tratamentos e quatro repetições. O pré-condicionamento das sementes em ácido sulfúrico concentrado mostrou-se eficiente na superação da dormência desta espécie, promovendo aumento na porcentagem e velocidade de emergência, primeira contagem de emergência, no comprimento e massa seca das plântulas e redução no tempo médio para emergência. A eficiência do tratamento químico com ácido sulfúrico concentrado depende do período de imersão, sendo a faixa entre 18 a 20 minutos mais adequada para proporcionar maiores porcentagens e uniformidade de emergência e de vigor.

**Palavras-chave:** sementes florestais, emergência, vigor, escarificação química.

## **SULFURIC ACID TO OVERCOME THE SEED DORMANCY OF PAU FERRO (*Caesalpineia ferrea* Mart.ex Tu. var. *leiostachya* Benth.)**

**ABSTRACT:** Seeds of *Caesalpineia ferrea* Mart. ex Tu. var. *leiostachya* Benth. present low and irregular germination due to dormancy caused by the impermeability of the tegument. With the purpose to determine an efficient method to accelerate and uniformize seed germination, they were submitted to different immersion periods (0, 5, 10, 15, 20, 25 and 30 minutes) in sulfuric acid (95-98%), influence emergency and vigor (first count, speed index, medium time and relative frequency of emergency, length and dry matter of the seedlings). The experiment was carried out under greenhouse conditions with an experimental design of completely randomized, with seven treatments and four replications. The pre-conditioning of the seeds with immersion in concentrated sulfuric acid was efficient to overcoming seed dormancy, by increasing the percentage and speed emergency, the first count of emergency, length and dry matter of seedlings and reduction in the medium time for emergency. The efficiency of this chemical treatment with concentrated sulfuric depends on the immersion time, and 10 to 20 minutes were the most adequate to provide larger emergency uniformity percentages and vigor.

**Keywords:** seeds, germination, vigor, chemical scarification

## INTRODUÇÃO

O pau ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart.ex Tul. var. *leiostachya* Benth.) é uma planta semidecídua, heliófita, seletiva, higrófito com ocorrência do Piauí até São Paulo na floresta pluvial da encosta atlântica, com preferência por várzeas e fundo de vales onde o solo é fresco e úmido, tanto no interior da mata primária como em formações abertas e secundárias. Apresenta dispersão irregular e descontínua, porém quase sempre em baixa densidade populacional, provavelmente devido ao fato de suas sementes apresentarem uma dormência bastante pronunciada. Seu florescimento ocorre entre novembro-fevereiro e a colheita dos frutos durante os meses de julho até o final de setembro (LORENZI, 2002). Ainda segundo o autor, a árvore pode ser utilizada para o paisagismo em geral pelo fato de apresentar ótimas características ornamentais e proporcionar boa sombra. Também, como planta tolerante ao plantio em áreas abertas e de rápido crescimento, é excelente para reflorestamentos mistos destinados a recomposição de áreas degradadas de preservação permanente. A madeira, muito pesada (densidade de 1,12 g cm<sup>-3</sup>) é empregada na construção civil como vigas, esteios, caibros, estacas, entre outros.

Devido à carência de conhecimentos na área e da necessidade de informações específicas para cada espécie, os estudos básicos para produção de mudas são importantes para o desenvolvimento das atividades florestais e de programas de conservação (MONTEIRO e RAMOS, 1997) e recuperação de áreas degradadas.

O estabelecimento de bancos de germoplasma, programas de melhoramento e plantios para exploração econômica de frutos, madeira e produtos medicinais são baseados na coleta de sementes e reprodução de várias espécies (MELO et al., 1998).

As espécies arbóreas nativas apresentam diversidade em seus aspectos morfológicos e fisiológicos, determinando assim as atividades de coleta, beneficiamento e produção de mudas. No entanto, pouca atenção vem sendo dada a essas espécies (CARVALHO et al., 1980), o que pode ser atribuído à falta de interesse dos viveiristas, devido às dificuldades na obtenção de suas sementes (NASSIF e PEREZ, 1997) e ao processo de dormência das sementes de algumas dessas espécies, fenômeno comum em sementes florestais.

Muitas espécies possuem sementes que, embora sendo viáveis e tendo todas as condições normalmente consideradas adequadas, deixam de germinar, são denominadas dormentes e precisam de tratamentos especiais (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). A dormência pode ser devida a vários fatores, tais como impermeabilidade do tegumento à água e aos gases, embriões imaturos ou rudimentares, exigências especiais de luz ou de temperatura, presença de substâncias promotoras e inibidoras de crescimento, entre outras (TORRES e SANTOS, 1994; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

A impermeabilidade do tegumento à água está associada às espécies de diversas famílias botânicas, e tem sido constatada em sementes das famílias Leguminosae, Malvaceae, Geraniaceae, Chenopodiaceae, Convolvulaceae, Solanaceae e Liliaceae (POPINIGIS, 1985), sendo este tipo de dormência encontrada com frequência na família Leguminosae (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). A dureza do tegumento é atribuída especialmente à camada de células em paliçada, a qual é constituída de paredes espessas e recobertas externamente por uma camada cuticular cerosa, o que impede a absorção de água e impõe uma restrição mecânica ao crescimento do embrião, impedindo assim a germinação (POPINIGIS, 1985).

Esse tipo de dormência pode ser superado através da escarificação, termo que se refere a qualquer tratamento que resulte na ruptura ou no enfraquecimento do tegumento, permitindo a absorção de água e início do processo germinativo (MAYER e POLJAKOFF-MAYBER, 1989). Sob condições naturais, a escarificação pode se dar pelo aquecimento úmido ou seco do solo, a temperaturas alternadas, o que permite a entrada de água para o interior da semente.

Em laboratório, diversos métodos têm sido utilizados na superação desse tipo de dormência, como tratamentos com ácidos e bases fortes, imersão em água quente, água oxigenada, álcool, desponje, impactos ou abrasões contra a superfície sólida, entre outros (MARTINS et al., 1992; PEREZ e PRADO, 1993). No entanto, a aplicação e o sucesso destes tratamentos irão depender do grau de dormência, que é variável entre as espécies.

De acordo com Eira et al. (1993), todos esses tratamentos apresentaram vantagens e desvantagens, de modo que cada um deles deve ser estudado, levando-se em conta, também, o custo efetivo e sua facilidade de execução. Além disso, para um mesmo lote, pode haver sementes com diferentes níveis de dormência. Sendo assim, o método empregado deve ser efetivo na superação da dormência, sem prejudicar as sementes com níveis inferiores, ou seja, que apresentam um menor grau de dormência.

A superação da dormência através do uso de ácido sulfúrico tem se mostrado muito eficiente para um grande número de espécies, no entanto, é um método muito caro e traz certo perigo as pessoas que o manipulam (RIBAS et al., 1996; SACHETI e AL-RAWAHY, 1998; JELLER e PEREZ, 1999). Em sementes de *Cassia excelsa* Schrad, Jeller e Perez (1999) obtiveram percentuais de germinação entre 97 e 93%, com os períodos de imersão no ácido sulfúrico de 25 e 30 minutos, respectivamente. Também, Bianchetti et al. (1998) verificaram maior porcentagem de germinação (86%) em sementes de *Parkia multijuga* Benth., quando as mesmas foram imersas em ácido sulfúrico por 20 minutos. Resultados semelhantes foram relatados por Ribas et al. (1999) ao estudarem tratamentos pré-germinativos para superação da dormência de sementes de *Mimosa bimucronata* (DC.) O.Kuntze e constatarem maiores percentuais de

germinação (98%) no período de imersão no ácido por cinco minutos.

A eficiência de tratamentos com ácido sulfúrico também foi constatada para sementes de *Cassia javanica* Ried. (GRUS et al., 1984), *Cassia bicapsularis* L., *Cassia speciosa* Ried. e *Cassia javanica* Schrad. (RODRIGUES et al., 1990), *Stryphnodendron pulcherrimum* (Willd.) Hochr. (VARELA et al., 1991), *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (BASTOS et al., 1992), *Acacia bonariensis* Gill e *Mimosa bimucronata* (D.C.) O.K. (FERREIRA et al., 1992), *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. (MARTINS et al., 1992), *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (EIRA et al., 1993), *Cassia sieberiana* D.C. (TODD-BOCKARIE et al., 1993), *Copaifera langsdorfii* Desf. (PEREZ e PRADO, 1993), *Acacia senegal* (L.) Willd. (TORRES e SANTOS, 1994), *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. (CAVALCANTE e PEREZ, 1996), *Ornitophus compressus* e *O. pinatus* (FU et al., 1996), *Senna macranthera* (Colladon) Irwin & Barneby (LEMO-FILHO et al., 1997), *Caesalpinia ferrea* Mart.ex. Tul var. *leiostrachya* Benth. (LOPES et al., 1998), *Leucaena diversifolia* (Schlecht) Benth K 156 (BERTALOT e NAKAGAWA, 1998), *Peltophorum dubium* Taub. (PEREZ et al., 1999), entre outras espécies.

Na espécie em estudo, já foi demonstrado haver dormência das sementes do tipo tegumentar. Por isso, alguns pesquisadores têm desenvolvido pesquisas referentes a tratamentos para superação de sua dormência, a exemplo de Grus et al. (1984) que citou a escarificação com lixa como o tratamento que proporcionou as maiores porcentagens de germinação (54%) em sementes procedentes de São Paulo, Lopes et al. (1998) quando indicou a imersão em ácido sulfúrico concentrado, pelo fato de ter sido o responsável pelos maiores percentuais de germinação (53%) de sementes oriundas do Espírito Santo e Crepaldi et al. (1998) que obteve germinação acima de 90% com a imersão de sementes coletadas na Bahia em ácido sulfúrico por períodos entre 15-30 minutos.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo selecionar períodos de imersão em ácido sulfúrico que permitissem aumentar e uniformizar a germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* da região do brejo paraibano.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em Areia - PB a 6°58'12''S e 35°42'15''W. A região encontra-se numa altitude de 574,62 m, com temperatura média anual entre 23-24°C e precipitação de 1.400 mm. Os frutos de pau ferro foram coletados no chão no mesmo município em áreas com aproximadamente 20 árvores matrizes e, em seguida levados para o Laboratório de Análise de Sementes, onde foram quebrados manualmente para retirada das sementes.

Por ocasião do início dos testes, determinou-se o teor de água das sementes pelo método padrão da estufa a 105 ± 3°C por 24 horas (BRASIL, 1992). Em seguida, as sementes foram imersas em ácido sulfúrico concentrado (densidade 1,84 e pureza de 95-98 %) e constantemente revolvidas com um bastão de vidro, objetivando uniformizar a ação abrasiva do mesmo em diferentes períodos de imersão (0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos). Decorrido os períodos pré-estabelecidos, as sementes foram lavadas em água corrente por dez minutos para que o ácido fosse totalmente eliminado.

Depois de submetidas aos tratamentos, as sementes foram semeadas em bandejas plásticas perfuradas no fundo, entre areia, previamente peneirada e esterilizada em autoclave, umedecida com quantidade de água equivalente a 60% da capacidade de retenção. Avaliaram-se as seguintes características: **emergência** - foram utilizadas 100 sementes por tratamento, divididas em quatro repetições de 25. As contagens do número de sementes emergidas iniciaram-se aos 6 e estenderam-se até os 26 dias após a semeadura. O critério utilizado foi o de plântulas normais que apresentavam as estruturas essenciais perfeitas (BRASIL, 1992) e os resultados expressos em porcentagem; **primeira contagem de emergência** - correspondente a porcentagem acumulada de plântulas normais, com valores registrados aos nove e 25 dias após o início do teste; **índice de velocidade de emergência (IVE)** - foram realizadas contagens diárias, durante 26 dias, das plântulas normais e, o índice calculado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962); **tempo médio e frequência relativa de emergência** - avaliado de acordo com Labouriau e Valadares (1976); **comprimento de plântulas** - no final do teste de emergência, as plântulas normais de cada repetição foram medidas com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em centímetros por plântula; **massa seca das plântulas** - após a contagem final no teste de emergência, as plântulas anteriormente medidas foram submetidas, a secagem em estufa regulada a 65°C até atingirem peso constante.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, constando de sete tratamentos em quatro repetições de 25 sementes. Os dados foram submetidos a análises de variância e de regressão polinomial. Na análise da regressão foram testados os modelos linear, quadrático e cúbico, sendo selecionado para explicar os resultados aquele com maior valor para o coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A impermeabilidade do tegumento à água é o fenômeno considerado por Popinigis (1985) como uma das causas mais comuns de dormência em sementes de leguminosas. Isto pode ser comprovado com a baixa porcentagem de emergência observada nas sementes da testemunha, sem um tratamento prévio de imersão no ácido sulfúrico (Figura 1). As sementes apresentavam teor

de água em torno de 6,9%. Resultados semelhantes foram encontrados por Bianchetti et al. (1998) com sementes de *Parkia multijuga* Benth., onde a emergência foi

aumentando gradativamente com o aumento do tempo de imersão no ácido, atingindo valores máximos aos 16 minutos.

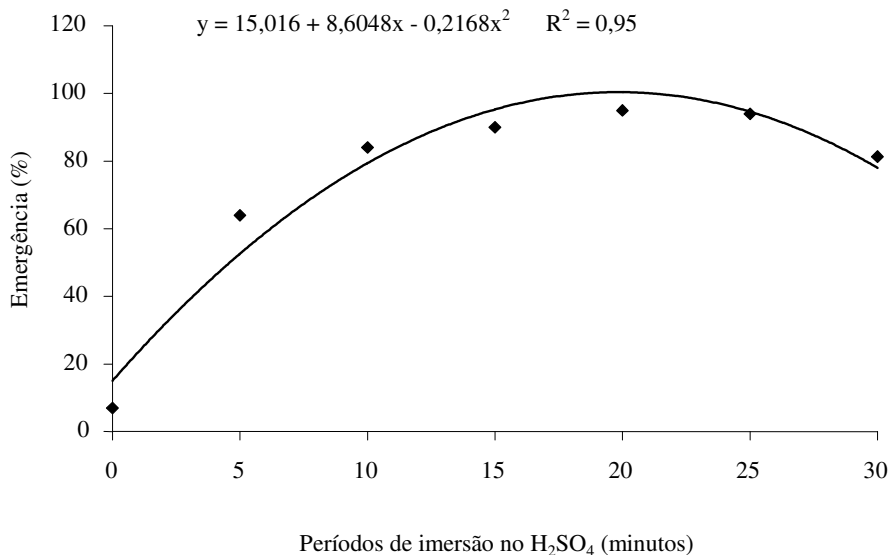


Figura 1. Emergência de sementes de pau ferro submetidas a diferentes períodos de imersão no ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Os dados referentes à porcentagem de emergência se ajustaram a um modelo de regressão polinomial quadrático para os períodos de exposição ao ácido sulfúrico, onde se observou que a porcentagem de emergência cresceu gradativamente com o aumento do tempo de imersão das sementes no ácido sulfúrico até atingir um valor máximo de 100% próximo aos 19 minutos (Figura 1). Trabalhando também com *Caesalpineia ferrea* Mart.ex Tu. var. *leiostrachya* Benth., Grus et al. (1982) verificaram que o melhor tratamento foi a escarificação com lixa, no entanto, a maior porcentagem de germinação obtida foi de apenas 54%. Lopes et al. (1998) testaram a eficiência do ácido sulfúrico na superação da dormência de sementes da referida espécie e constataram a eficiência de períodos entre 10 a 60 minutos, entretanto, obtiveram um percentual de germinação de apenas 55%. Apenas Crepaldi et al. (1998) obtiveram germinação superior a 90% com o tratamento de imersão das sementes de pau ferro em ácido sulfúrico concentrado por períodos entre 15 e 30 minutos.

A utilização do ácido sulfúrico apresenta uma série de inconveniência, no entanto, mostrou-se bastante eficiente para superação da dormência de sementes de pau ferro, onde se obteve um percentual de emergência de 100%. Além disso, se manuseado com os devidos cuidados, permite a superação da dormência de grande quantidade de sementes num curto período de tempo. Já para *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit, Cavalcante e Perez (1996) recomendaram a imersão das sementes em ácido sulfúrico por 40 minutos.

Apesar das pesquisas já contemplarem a referida espécie, o percentual de germinação obtido foi muito baixo quando comparado com os resultados do presente trabalho, cujos valores máximos alcançaram 100%, justificando, dessa forma a busca de metodologias mais eficientes para aumentar e uniformizar a germinação das sementes da espécie em estudo.

Portanto, para superar a dormência de sementes duras de várias espécies, a exemplo das de pau ferro, fica evidente a viabilidade de tratamento pré-germinativo com ácido sulfúrico (BERTALOT e NAKAGAWA, 1998; BIANCHETTI et al., 1998; NAIDU et al., 1999). Santarém e Áquila (1995) relataram que a ação do ácido sulfúrico no amolecimento do tegumento das sementes parece ser resultante da remoção da cutícula e exposição das camadas de macroesclerídeos, permitindo assim, graus de permeabilidade mais homogêneos.

No entanto, a permanência das sementes no ácido por períodos superiores a 18 minutos, mostrou ser prejudicial à semente, pois ocasionou uma redução na porcentagem de emergência. Segundo Rolston (1978), a escarificação química propicia a degradação do tegumento e o aumento do período de imersão pode causar ruptura das células essenciais, favorecendo as injúrias mecânicas e a invasão de fungos, prejudicando assim a emergência.

Em sementes de *Cassia excelsa* Schrad, Jeller e Perez (1999) obtiveram os maiores percentuais de germinação com o tratamento de imersão em ácido sulfúrico concentrado por 25 minutos, o qual não diferiu estatisticamente dos 30 minutos. Sampaio et al. (2001) estudando os efeitos da escarificação com ácido sulfúrico

sobre a porcentagem de emergência de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* H.B.K.), também obtiveram melhor ajuste dos dados ao modelo quadrático, onde a maior porcentagem de emergência (70-80 %) ocorreu com um período de imersão entre oito e 11 minutos. Também, Bruno et al. (2001) indicaram o tratamento de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. com ácido sulfúrico por 10 ou 13 minutos como o mais eficiente para superação da dormência.

Os valores médios referentes ao vigor, determinado pela primeira contagem de emergência apresentaram tendência similar a da porcentagem de emergência, cujos dados também se ajustaram ao modelo quadrático, onde o valor máximo (92 %) foi obtido quando as sementes ficaram imersas no ácido sulfúrico por um período de 19,84 minutos (Figura 2). Esse comportamento indica que existe uma relação direta entre a emergência e o vigor, fato semelhante também foi constatado por Sampaio et al. (2001) em sementes de *Bowdichia virgilioides* H.B.K.

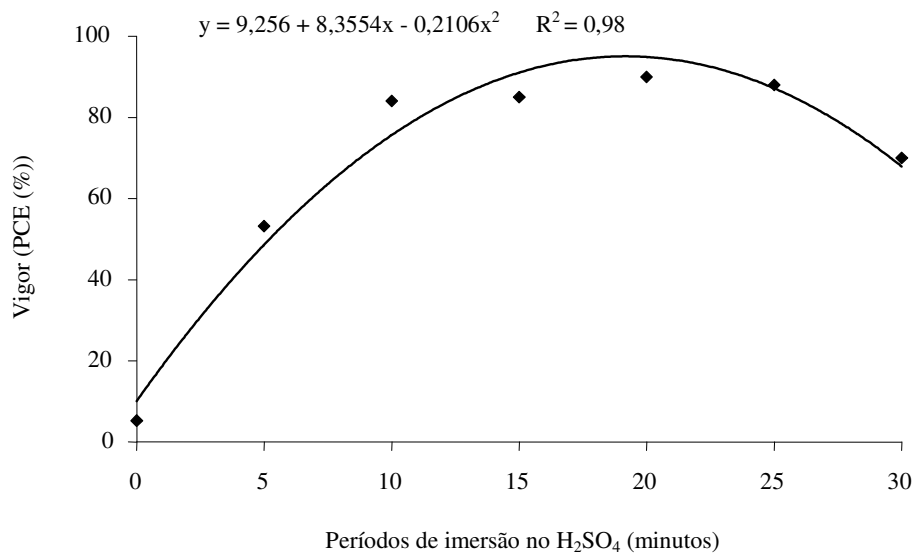


Figura 2. Vigor (primeira contagem de emergência - PCE) de sementes de pau ferro submetidas a diferentes períodos de imersão no ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Martins et al. (1992) trabalhando com *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. verificaram que a imersão das sementes no ácido sulfúrico por períodos entre 5 a 13 minutos proporcionaram as maiores porcentagens de germinação na primeira contagem. Também, Bruno et al. (2001) realizaram trabalhos com a mesma espécie e constataram a eficiência do ácido sulfúrico no tratamento pré-germinativo de suas sementes, cujo maior valor na primeira contagem de germinação ocorreu com a imersão por períodos entre 10 e 13 minutos. No entanto, para sementes de *Acacia mangium* Willd a imersão no ácido sulfúrico por 30 minutos não foi eficiente em elevar a porcentagem de germinação por ocasião da primeira contagem (LIMA e GARCIA, 1996).

Quanto ao índice de velocidade de emergência (Figura 3), também houve melhor ajuste dos dados ao modelo quadrático, onde o tratamento de imersão por 22,36 minutos no ácido sulfúrico foi responsável pelo vigor máximo das sementes (3,24). Resultados diferentes foram obtidos por Lopes et al. (1998) com sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *leiostachya* Benth., onde observaram maior velocidade de germinação quando as sementes foram imersas no ácido sulfúrico concentrado por 60 minutos. Já para sementes de *Bowdichia virgilioides* H.B.K., Sampaio et al. (2001) observaram maior velocidade de emergência das plântulas quando as sementes ficaram imersas no ácido por períodos entre oito e 11 minutos.

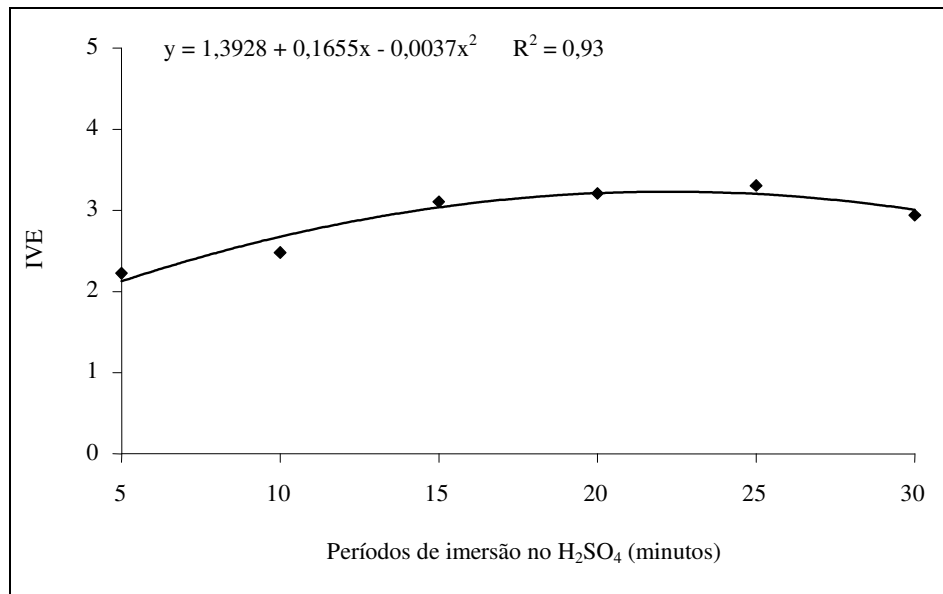


Figura 3. Vigor (índice de velocidade de emergência - IVE) de sementes de pau ferro submetidas a diferentes períodos de imersão no ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Resultados semelhantes foram obtidos em *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth., onde a imersão das sementes em ácido sulfúrico concentrado por 13 minutos proporcionou os maiores valores para IVG (BRUNO et al., 2001).

Ao se aumentar o tempo de imersão no ácido a partir de 22,36 minutos, observou-se uma redução gradual na velocidade de emergência, proporcionando desuniformidade no processo germinativo das sementes, provavelmente devido a danos causados aos tecidos internos das mesmas. Cavalcante e Perez (1996) relataram que nos tratamentos em que as sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit foram imersas no ácido por períodos entre 50 e 60 minutos, houve extravasamento de substâncias do interior das mesmas para o meio germinativo.

A utilização do ácido sulfúrico concentrado se mostrou eficaz em aumentar a velocidade de germinação em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (CANDIDO et al., 1982), *Bertholletia excelsa* H.B.K. (FRAZÃO et al., 1984), *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. (PASSOS et al., 1988), *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. (MARTINS et al., 1992), *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (BASTOS et al., 1992), *Copaifera langsdorffii* Desf. (PEREZ e PRADO, 1993), *Mimosa bimucronata* (DC.) O.Kuntze (RIBAS et al., 1996) e *Peltophorum dubium* Taub. (PEREZ et al., 1999), *Bauhinia monandra* Britt (ALVES et al., 2000).

No que concerne ao desenvolvimento das plântulas, observou-se que os dados de comprimento também ajustaram a modelo quadrático (Figura 4), onde os maiores valores (17,8 cm) foram obtidos quando as sementes foram imersas no ácido por 19,11 minutos. Tal ocorrência reforça a eficiência deste método na superação

da dormência das sementes de *Caesalpinia ferrea*, uma vez que a indicação de um método tem como pressuposto básico não o desencadeamento do processo germinativo, mas também, o desenvolvimento rápido e uniforme das plântulas. Após as plantas terem atingido o comprimento máximo, verificou-se redução à medida que se aumentou o tempo de imersão das sementes no ácido.

Lima e Garcia (1996) verificaram que a imersão de sementes de *Acacia mangium* Willd. em ácido sulfúrico concentrado por 60 minutos prejudicou o desenvolvimento das plântulas. Também, Sampaio et al. (2001) constataram redução no crescimento de plântulas de *Bowdichia virgilioides* H.B.K. com a imersão das sementes em ácido sulfúrico concentrado por períodos superiores a dois minutos. Enquanto Áquila e Fett Neto (1988) observaram que a imersão de sementes de *Leucaena leucocephala* Lam. (De Wit) no ácido por 10 minutos foi responsável pelos maiores valores de comprimento das plântulas.

Também, os dados de massa seca das plântulas se ajustaram à modelo quadrático (Figura 5), cujos maiores valores (1,46 g) foram obtidos quando as sementes foram imersas no ácido por 24,16 minutos e, após esse período, houve redução nos valores de massa seca das plântulas. Sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. submetidas a tratamentos pré-germinativos com ácido sulfúrico concentrado por 10 ou 13 minutos originaram plântulas com maior conteúdo de massa seca (BRUNO et al., 2001). Também, Sampaio et al. (2001) verificaram maior conteúdo de massa em plântulas de *Bowdichia virgilioides* H.B.K. com a imersão das sementes em ácido sulfúrico concentrado por períodos entre oito e onze minutos.

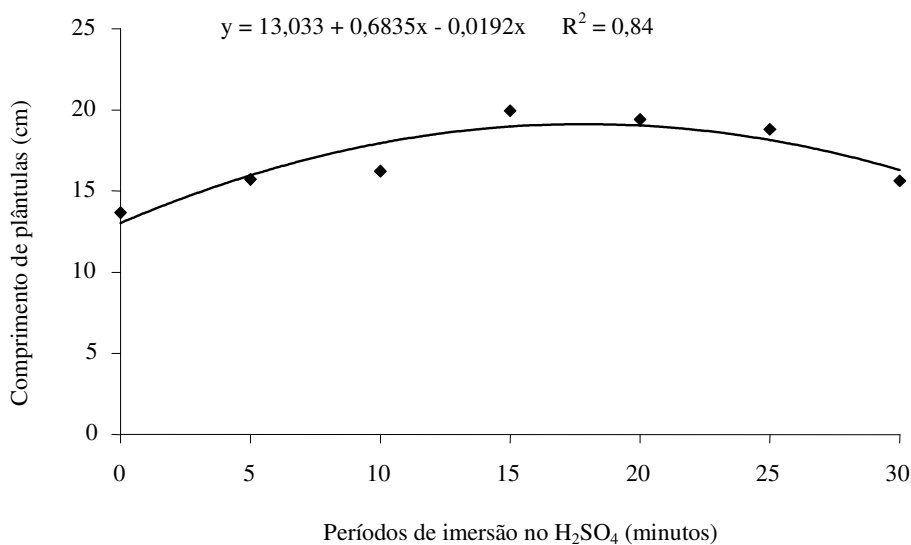


Figura 4. Vigor (comprimento de plântulas) oriundas de sementes de pau ferro submetidas a diferentes períodos de imersão no ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

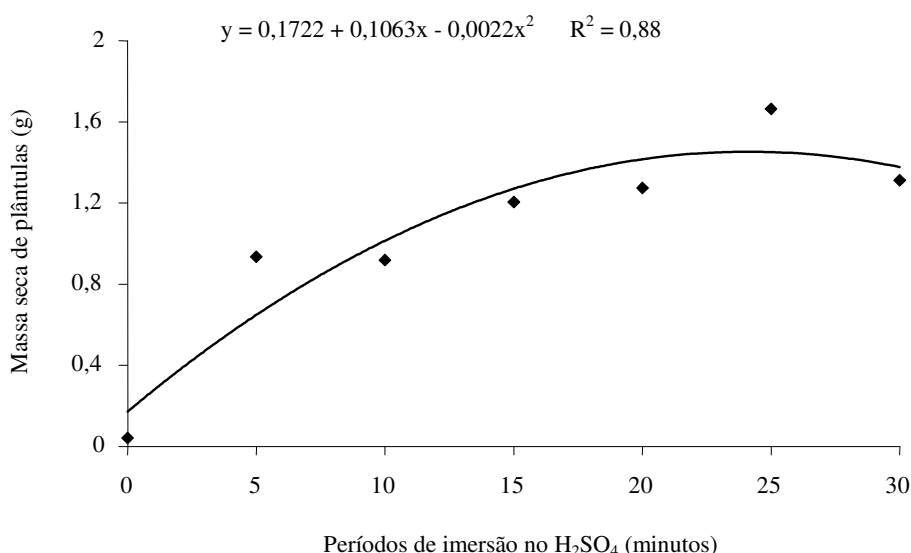
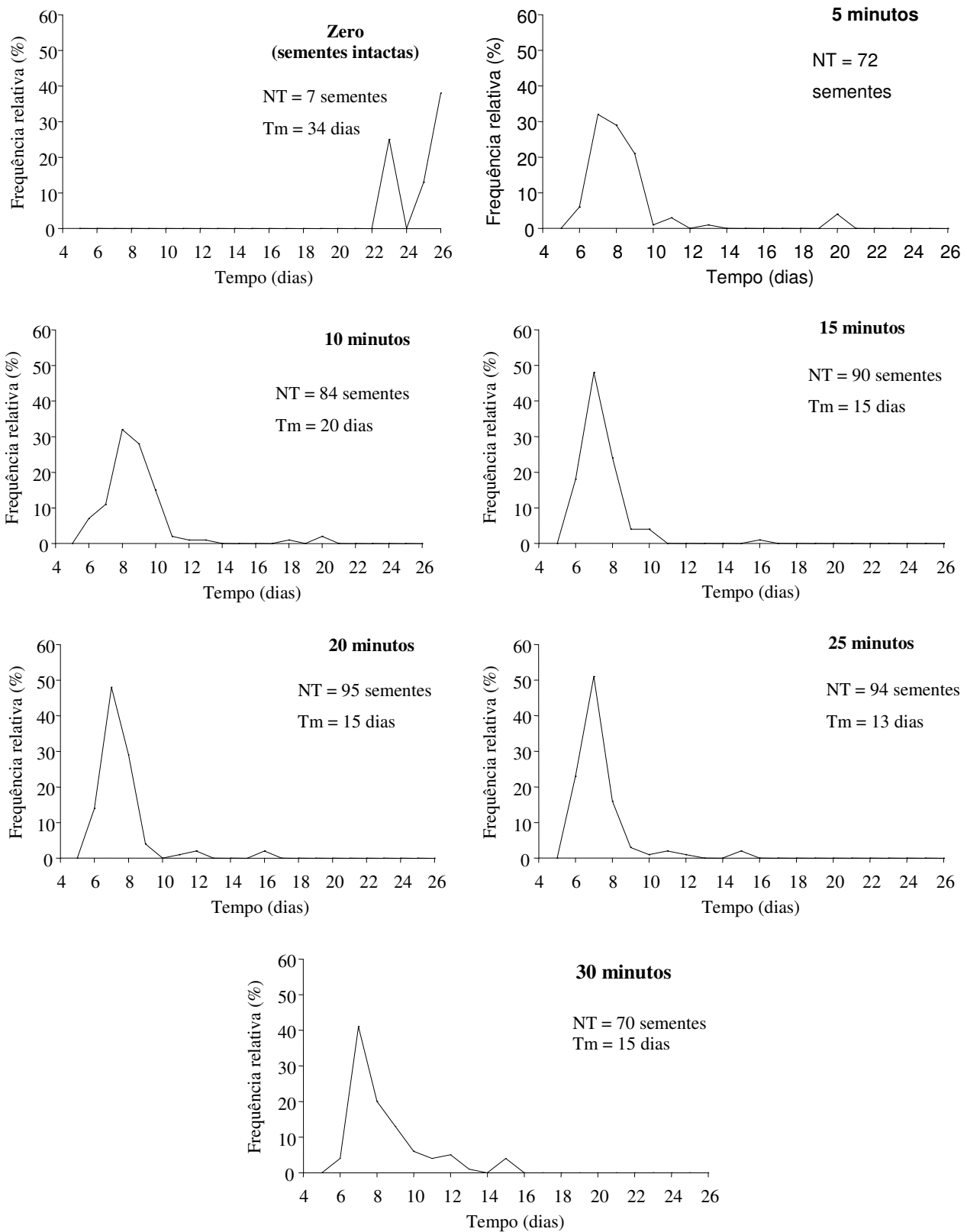


Figura 4. Vigor (massa seca de plântulas) oriundas de sementes de pau ferro submetidas a diferentes períodos de imersão no ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Na Figura 6 estão os polígonos de frequência relativa de emergência de sementes de pau ferro, após imersão em ácido sulfúrico comercial por diferentes períodos. As sementes, quando não escarificadas, apresentaram uma baixa porcentagem de germinação, distribuída entre 22 a 26 dias após a instalação do teste, característica importante para a sobrevivência das sementes em condições de campo. Resultados semelhantes foram obtidos por Cavalcante e Perez (1996) com sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, onde a emergência distribuída ao longo do tempo de incubação se mostrou uma característica importante para a sobrevivência da espécie em condições naturais.

À medida que se aumentou o tempo de imersão das sementes no ácido, ocorreu uma antecipação, bem como uma sincronização no processo germinativo, onde nos períodos de 15 a 25 minutos, a maior parte das sementes germinou entre seis a oito dias após o início do teste. A uniformidade de emergência desse tratamento é muito importante para a produção de mudas, por proporcionar um desenvolvimento uniforme das mesmas. O tempo médio aparece completamente deslocado à direita da moda principal nos polígonos correspondentes a todos os tratamentos, devido a um pequeno número de sementes que germinaram mais lentamente.



**NT** - Total de sementes germinadas      **Tm** - Tempo médio para germinação (dias)  
Figura 6. Frequência relativa de emergência de sementes de pau ferro submetidas a diferentes períodos de imersão no ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).



## CONCLUSÃO

O pré-condicionamento das sementes de pau ferro em ácido sulfúrico concentrado por períodos entre 19 a 25 minutos foi eficiente na superação da resistência mecânica, proporcionando maiores resultados de emergência e de vigor.

## AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos ao CNPq, pela concessão da bolsa de Desenvolvimento Científico Regional (DCR), ao Eng. Agrôn. Antônio Alves de Lima e aos laboratoristas Pedro Francisco da Silva (*in memorian*), Rui Barbosa da Silva e Severino Francisco dos Santos que viabilizaram a execução deste.

## REFERÊNCIAS

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

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

BARBOSA, E.; SILVA, M.M.; ROCHA, F.R.; QUEIROZ, L.P.; CREPALDI, I.C. Germinação de sementes de *Cratylia mollis* Mart. ex Benth. e *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae) submetidas a tratamento para quebra da impermeabilidade do tegumento. **Sitientibus**, Feira de Santana, v.15, p.183-192, 1996.

BASTOS, G.Q.; NUNES, R.F.; CRUZ, G.M.F. Reavaliação de quebra de dormência em sementes de algarobeira (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, n.1, p.17-20, 1992.

BERTALOT, M.J.; NAKAGAWA, J. Superação da dormência em sementes de *Leucaena diversifolia* (Schlecht.) Benth. K 156. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.39-42, 1998.

BIANCHETTI, A.; TEIXEIRA, C.A.D.; MARTINS, E.P. Escarificação ácida para superar a dormência de sementes de pinho-cuiabano (*Parkia multijuga* Benth.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.215-218, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV CLAV, 1992. 365p.

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**, Brasília, v.23, n.2, p.136-143, 2001.

CANDIDO, J.F.; SILVA, R.F.; CONDÉ, A.R.; LÊDO, A.A.M. Orelha-de-negro (*Enterolobium contortisiquum* (Vell.) Morong.): dormência e métodos para sua quebra. **Revista Árvore**, Viçosa, v.8, v.1, p.104-110, 1982.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CAVALCANTE, A.M.B.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos da escarificação química, luz e pH na germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* Lam (De Wit). **Revista Ceres**, Viçosa, v.43, n.248, p.370-381, 1996.

CREPALDI, I.C.; SANTANA, J.R.F.; LIMA, P.B. Quebra de dormência de sementes de pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. - Leguminosae, Caesalpinoideae). **Sitientibus**, Feira de Santana, v.18, p.19-29, 1998.

EIRA, M.T.S.; FREITAS, R.W.A.; MELLO, C.M.C. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiquum* (Vell.) Morong - Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.15, n.2, p.177-181, 1993.

FERREIRA, A.F.; LIPP JOÃO, K.H.; HEUSER, E.D. Efeitos de escarificação sobre a germinação e do pH no crescimento de *Acacia bonariensis* Gill e *Mimosa bimucronata* (D.C.) O.K. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.4, n.1, p.63-65, 1992.

FRAZÃO, D.A.C.; MULLER, C.H.; FIGUEIRÊDO, F.J.C.; MULLER, A.A.; PEREIRA, L.A.F. Escarificação química na emergência de sementes de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.6, n.1, p.83-90, 1984.

FU, S.M.; HAMPTON, J.G.; HILL, M.J.; HILL, K.A. Breaking hard seed of yellow and slender serradella (*Ornithopus compressus* e *O. pinnatus*) by sulphuric acid scarification. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.24, n.1, p.1-6, 1996.

GRUS, V.M.; DEMATTÊ, M.E.S.P.; GRAZIANO, T.T. Germinação de sementes de Pau-ferro e Cássia-javanesa submetidas a tratamentos para quebra de dormência.

- Revista Brasileira de Sementes**, Zurich, v.6, n.2, p.29-35, 1984.
- JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G.A. Estudo da superação da dormência e da temperatura em sementes de *Cassia excelsa* Schrad. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.32-40, 1999.
- LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.E.B. On the germination of seeds *Calotropes procera* (Ait.). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.48, n.2, p.263-284, 1976.
- LEMOS-FILHO, J.P.; GUERRA, S.T.M.; LOVATO, M.B.; SCOTTI, M.R.M.M.L. Germinação de sementes de *Senna macranthera*, *Senna multijuga* e *Stryphnodendron polyphyllum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v.32, n.4, p.357-361, 1997.
- LIMA, D.; GARCIA, L.C. Avaliação de métodos para o teste de germinação em sementes de *Acacia mangium* Willd. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.2, p.180-185, 1996.
- LOPES, C.L.; CAPUCHO, M.T.; KROHLING, B.; ZANOTI, P. Germinação de sementes de espécies florestais de *Caesalpinia ferrea* Mart.ex Tul. var. *leiostachya* Benth. *Cassia grandis* L., e *Samanea saman* Merrill, após tratamentos para superar a dormência. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.80-86, 1998.
- LOPEZ, J.H.; AVILES R.B. The pretreatment of seeds of four Chilean prosopis to improve their germination response. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.16, n.1, p.239-240, 1988.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MARTINS, C.C.; CARVALHO, N.M.; OLIVEIRA, A.P. Quebra de dormência de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, n.1, p.5-8. 1992.
- MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4.ed. Great Britain: Pergamon Press, 1989. 270p.
- MELO, J.T.; SILVA, J.A.; TORRES, R.A.A.A.; SILVEIRA, C.E.S.; CALDAS, L.S. Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies de cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Eds.). **Cerrado: ambiente e flora**. Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1998. 556p.
- MONTEIRO, P.P.M.; RAMOS, F.A. Beneficiamento e quebra de dormência de sementes em cinco espécies florestais do cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, v.21, n.2, p.169-174, 1997.
- NAIDU, C.V.; RAJENDRUDU, G.; SWAMY, PM. Effect of temperature and acid scarification of seed germination of *Spaindus trifoliatius* Vahl. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.27, n.3, p.885-892, 1999.
- NASSIF, S.M.L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Emergência de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul.): influência dos tratamentos para superar a dormência e profundidade de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.2, p.172-179, 1997.
- PASSOS, M.A.A.; LIMA, T.V.; ALBUQUERQUE, J.L. Quebra de dormência de sementes de leucena. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.10, n.2, p.97-102, 1988.
- PEREZ, S.C.J.G.A.; FANTI, S.C.; CASALI, C.A. Dormancy break and light quality effects on seed germination of *Peltophorum dubium* Taub. **Revista Árvore**, Viçosa, v.23, n.2, p.131-137, 1999.
- PEREZ, S.C.J.G.A.; PRADO, C.H.B.A. Efeitos de diferentes tratamentos pré-germinativos e da concentração de alumínio no processo germinativo de sementes de *Copaifera langsdorfii* Desf. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.15, n.1, p.115-118, 1993.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: ABRATES, 1985. 298p.
- REIS, M.S.; MARTINS, P.S. Avaliação do grau de dormência das sementes de espécies de *Stylosanthes* Sw. **Revista Ceres**, Viçosa, v.36, n.206, p.357-364, 1989.
- RIBAS, L.L.F.; FOSSATI, L.C.; NOGUEIRA, A.C. Superação da dormência de sementes de *Mimosa bimucronata* (D.C.) O.Kuntze (maricá). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.1, p.98-101, 1996.
- RODRIGUES, E.H.A.; AGUIAR, I.B.; SADER, R. Quebra de dormência de sementes de três espécies do gênero *Cassia*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.12, n.12, p.17-25, 1990.
- ROLSTON, M.P. Water impermeable seed dormancy. **The botanical Review**, Bronx, v.44, n.33, p.365-396, 1978.
- SACHETI, U.; AL-RAWAHY, S.H. The effects of various pretreatments on the germination of important leguminous shrub-tree species of the sultanate of oman.

**Seed Science and Technology**, Zurich, v.26, n.3, p.691-699, 1998.

SAMPAIO, L.S.V.; PEIXOTO, C.P.; PEIXOTO, M.F.S.P.; COSTA, J.A.GARRIDO, M.S.; MENDES, L.N. Ácido sulfúrico na superação da dormência de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* H.B.K. - Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.184-190, 2001.

SANTARÉM, E.R.; AQUILA, M.E.A. Influência de métodos de superação de dormência e do armazenamento na germinação de sementes de *Senna macranthera* (Colladon) Irwin & Barneby (Leguminosae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.2, p.205-209, 1995.

TODD-BOCKARIE, A.H.; DURYEA, M.L.; WEST, S.H.; WHITE, T.L. Pretreatment to overcome seed coat dormancy in *Cassia sieberiana*. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.21, n.2, p.383-398, 1993.

TORRES, S.B.; SANTOS, S.S.B. Superação da dormência em sementes de *Acacia senegal* (L.) Willd. e *Parkinsonia aculeata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.1, p.54-57, 1994.

VARELA, V.P.; BROCKI, E.; SÁ, S.T.V. Tratamentos pré-germinativos de espécies da amazônia. IV. Faveira camuzê - *Stryphnodendron pulcherrimum* (Willd.) Hochr. - Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.13, n.2, p.87-89, 1991.