

SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA TEGUMENTAR DE SEMENTES DE *Piptadenia viridiflora* (Kunth) Benth PELA ESCARIFICAÇÃO QUÍMICA

OVERCOMING TEGUMENTARY SEED DORMANCY *Piptadenia viridiflora* (Kunth) Benth BY CHEMICAL SCARIFICATION

Jerffson Lucas SANTOS¹; Isaac Santos da LUZ²; Sylvana Naomi MATSUMOTO³; Lucialdo Oliveira D'ARÊDE²; Anselmo Eloy Silveira VIANA³

1. Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB, Bolsista CAPES, Vitória da Conquista, BA, Brasil. je.lucas@hotmail.com; 2. Engenheiro Agrônomo - UESB, Vitória da Conquista, BA, Brasil; 3. D.Sc. Professor, Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, UESB, Vitória da Conquista, BA, Brasil;

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes períodos de imersão de sementes de *Piptadenia viridiflora* (Kunth) em ácido sulfúrico visando a maximização de valores de germinação, emergência e vigor de plântulas. Para o ensaio conduzido em laboratório, foi definido o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo a parcela experimental constituída por uma placa de Petri, contendo 50 sementes, totalizando 200 sementes por tratamento. As placas de Petri foram mantidas em câmara BOD a temperatura de 25 °C, com fotoperíodo de oito horas. Para avaliação em casa de vegetação foi instalado um ensaio com delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, sendo a parcela experimental constituída de 50 sementes distribuídas em fileira, totalizando 200 sementes por tratamento. Avaliou-se o efeito de períodos de imersão (15, 30, 45, 60 minutos) das sementes, em ácido sulfúrico (98 %), na germinação, IVG (Índice de Velocidade de Germinação), emergência, IVE (Índice de Velocidade de Emergência) e vigor das sementes (comprimento do caule, peso da massa fresca da raiz e parte aérea, peso da massa seca da parte aérea, peso de massa fresca total) e índice Spad. A escarificação química por exposição ao ácido sulfúrico concentrado foi eficiente para superação da dormência dessa espécie, promovendo elevação da porcentagem de todos os parâmetros avaliados. A maximização de valores foi verificada para o período de imersão entre 23 e 38 minutos de exposição à escarificação química.

PALAVRAS-CHAVE: Surucucu. Germinação. Emergência. Vigor.

INTRODUÇÃO

A espécie *Piptadenia viridiflora* (Kunth) Benth é uma leguminosa arbórea da família Mimosaceae, popularmente conhecida como surucucu, adaptada a região semiárida do Nordeste brasileiro. É uma planta rústica, de rápido crescimento, cuja madeira tem elevada densidade. As cascas de seu tronco são utilizadas em infusões como fitoterápico para eliminar espasmos asmáticos e inflamações dentárias (AGRA et al., 2007).

Diante dos crescentes problemas ambientais, resultantes do desmatamento de áreas nativas, a surucucu é uma alternativa para o reflorestamento destas regiões (PESSOA et al., 2010). Entretanto, assim como para grande maioria das espécies arbóreas nativas, a base de conhecimentos necessária para a exploração econômica ainda é incipiente. O domínio das técnicas de propagação é um dos fatores de grande importância dentro do contexto de sistematização do manejo florestal.

Muitos estudos relacionados à propagação do gênero *Piptadenia* têm sido desenvolvidos. Hernandez et al. (2012) sistematizaram a propagação vegetativa para *Piptadenia*

gonoacantha, pela técnica da estaquia, com a aplicação de 6000 mg L⁻¹ de AIB, utilizando composto orgânico como substrato.

Para a propagação por semente, a incidência da dormência por impermeabilidade do tegumento torna-se um obstáculo para a produção de mudas (Al-MENAIE et al., 2010). Para a grande maioria das espécies vulgarmente conhecidas como “juremas” e de muitas leguminosas de diversos biomas do Brasil (CRUZ et al., 2007) e do mundo (Al-MENAIE et al., 2010), a constituição das sementes, caracterizada pela presença do tecido tegumentar impermeável à água e às trocas gasosas, determina a incidência de elevado grau de dormência. Azeredo et al. (2010) em estudo realizado por meio de elétron-micrografia de varredura, observaram que o tegumento de *Piptadenia moniliformis* é composto por três camadas de células cujas paredes são espessas e lignificadas, constituindo uma camada compacta que confere impermeabilidade a semente.

Em condições de ocorrência natural, baixos valores percentuais de germinação têm sido verificados para sementes de surucucu. Pessoa et al. (2010) verificaram para sementes de *Piptadenia viridiflora*, índices máximos de 16,94% de

germinação, em estudo realizado sobre maturação de sementes.

A superação da dormência física pode ser alcançada utilizando-se diferentes métodos cuja eficiência é determinada de acordo a espécie e a natureza do fenômeno ocorrente. Entre os processos mais comuns pode-se citar a escarificação química, mecânica e tratamento térmico (FLORIANO, 2004). A utilização de ácido sulfúrico como agente da escarificação química é usual para a quebra de dormência de muitas leguminosas arbóreas (SILVA et al., 2006). De acordo com Funes e Venier (2006), em estudo realizado sobre três espécies de Acácia (*Acacia aroma*, *A. caven* e *A. furcatispina*), a eficácia dos tratamentos visando a superação da dormência está estreitamente vinculada à espécie. Desta forma, embora muitos estudos tenham sido desenvolvidos sobre a eficácia do ácido sulfúrico na superação de dormência por impermeabilidade do tegumento, faz-se necessárias abordagens particulares para as diferentes espécies, devido às variações de tamanho e área superficial das sementes, composição da casca, susceptibilidade aos microorganismos e disponibilidade hídrica do sistema de produção.

Em estudos conduzidos por Benedito et al. (2008) sobre escarificação de sementes com ácido sulfúrico (95%) foi constatada superação da dormência e viabilização da germinação de *Piptadenia moniliformis*. Para jurema-branca (*Piptadenia stipulacea*), Farias et al. (2013) verificaram que o desponte nas sementes, exposição durante 1 a 2 minutos em água a 100°C e a exposição durante 10 minutos em ácido sulfúrico (95%) são técnicas apropriadas para a superação da dormência e otimização da emergência de plântulas.

O efeito do ambiente asséptico mantido em testes de germinação realizados laboratório (substratos esterilizados, temperatura e regime fotoperiódico controladas) quando comparado às condições de ensaios em campo de estudos relacionados à emergência podem determinar resultados divergentes para sementes condicionadas a um mesmo tratamento de superação de dormência. Entretanto, poucos são os estudos que relacionam a germinação e emergência de plântulas em campo.

De acordo com Freitas et al. (2000), frequentemente, observa-se que lotes de sementes apresentando germinação semelhante exibem comportamentos distintos no campo. Os referidos autores constataram que somente em condições de campo próximas às ideais, a emergência de plântulas de algodão em campo foi correlacionada com o teste de germinação.

Em *Bauhinia variegata*, Martinelli-Seneme et al. (2006), constataram a redução da porcentagem de germinação e de emergência em comparação à testemunha, devido à mortalidade promovida pela presença de fungos, quando aplicado o tratamento de escarificação com ácido sulfúrico, durante 5 e 20 minutos. De acordo com Rocha et al. (2011), esta incidência de fungos pode estar relacionada aos açúcares produzidos durante a hidrólise ácida da celulose do tegumento das sementes promovida pelo ácido sulfúrico.

Em ensaio realizado sobre superação de dormência em sementes de jurema-preta e jurema-branca, a interação entre substratos e temperatura em testes de germinação foi determinante para os índices de sementes mortas (BENEDITO, 2012). No referido estudo, Benedito (2012) discrimina a importância do controle da incidência de fungos em testes realizados em laboratório com sementes de juremas submetidas à exposição ao ácido sulfúrico.

Desta forma, há indícios de que fatores ambientais do ambiente de germinação e emergência das sementes possam condicionar a intensidade de mortalidade de plântulas alterando o efeito dos tratamentos das sementes. Para ampliar a base de conhecimento sobre a propagação de *Piptadenia viridiflora*, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes períodos de imersão em ácido sulfúrico visando a maximização da germinação e emergência das plântulas.

MATERIAL E MÉTODOS

Em localidade rural, no município de Riacho de Santana, Bahia, no mês de junho a julho de 2009, foram coletados, manualmente, frutos maduros de surucucu, caracterizados pela coloração marrom, sem a abertura de fendas nas vagens, a partir de 20 matrizes. A coloração marrom das vagens foi utilizada como indicador da maturidade fisiológica e de produção, conforme descrito por Matheus et al. (2011), para sementes de *Erythrina variegata* L., e Matsumoto et al. (2010), para sementes de *Piptadenia viridiflora*. Após a coleta, as sementes foram retiradas das vagens, retirando-se as furadas, trincadas e quebradas e em seguida armazenadas em recipiente de vidro e mantidas em ambiente protegido da incidência de luz direta. Os ensaios referentes à germinação e emergência foram conduzidos no período de agosto a novembro de 2009, no Laboratório de Fisiologia Vegetal e no Campo Agropecuário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, Vitória da Conquista, Bahia.

Com a finalidade de caracterização das sementes, na ocasião da instalação dos ensaios, foi realizada a determinação da umidade das sementes a partir do método da estufa, conforme descrito por Brasil (2009). Para análise da condutividade elétrica, foi determinada a massa úmida de 200 sementes e, em seguida, foram submetidas à imersão em 50 ml de água deionizada, sendo mantidas em BOD a 25° C, conforme metodologia descrita por Pessoa et al., (2010). Após 24 horas procedeu-se a leitura da condutividade da solução por meio de um condutivímetro de bancada (modelo DM31, Digimed, São Paulo). As sementes apresentavam no momento dos estudos realizados peso de massa úmida de 2,0 g, massa seca igual a 1,8 g, umidade com valor de 8,1% e condutividade de 44,4 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

Para o tratamento de superação de dormência por escarificação química, as sementes foram imersas em H_2SO_4 concentrado (98%) por períodos de 15, 30, 45, 60 minutos. Posteriormente as sementes tratadas, assim como a testemunha, foram submetidas à água corrente por duas horas a temperatura ambiente de aproximadamente 25° C. Após o tratamento de superação de dormência das sementes foram instalados os ensaios de laboratório e de casa de vegetação.

Para o ensaio realizado em laboratório, foi definido o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo a parcela experimental constituída por placa de Petri (145 mm de diâmetro) contendo 50 sementes, totalizando a análise de 200 sementes por tratamento. As placas de Petri foram mantidas em câmara BOD a temperatura de 25° C, com fotoperíodo de oito horas, de acordo com metodologia proposta por Pessoa et al. (2010). A partir da instalação do ensaio as avaliações de sementes germinadas, duras ou mortas foram feitas a cada 24 horas, durante 10 dias, não sendo observadas em períodos posteriores alterações significativas. Com os dados obtidos foi estimada a porcentagem de sementes germinadas, duras e mortas, índice de velocidade de germinação (IVG) e o tempo médio de germinação (TMG), de acordo com Laboriau (1983).

Para avaliação de emergência em condição de casa de vegetação foi instalado um ensaio com delineamento em blocos casualizados, com quatro blocos, sendo a parcela experimental constituída de 50 sementes, sendo realizada análise de 200 sementes por tratamento. Cada bloco foi definido por uma bandeja de polietileno branca (0,28x0,38x0,07 m), sendo cada tratamento disposto em uma linha, com espaçamento de quatro cm. O substrato utilizado foi composto de terra de subsolo,

esterco de curral (200 L m^{-3}), superfostato simples (3 Kg m^{-3}) e cloreto de potássio (1 Kg m^{-3}). Após a instalação, durante 10 dias, a cada 24 horas foi avaliada a porcentagem de plântulas emergidas, sendo definido o índice de velocidade de emergência (IVE) e o tempo médio de emergência (TME), de acordo com Laboriau (1983). Ao final do ensaio, as plântulas foram coletadas, avaliando-se posteriormente o peso da massa fresca e seca da raiz e parte aérea, índice SPAD (determina a intensidade da coloração verde) das folhas e comprimento de caule. A avaliação do índice SPAD foi realizada em duas folhas, sendo obtidas duas leituras em cada folha, devido ao reduzido tamanho da superfície foliar.

Os valores das características avaliadas foram submetidos à análise de variância ($p < 0,05$) e as médias comparadas por meio do teste de Tukey ($p < 0,05$). Devido ao caráter quantitativo das variáveis dependentes em função das variáveis independentes, foram definidos modelos a partir do teste F da análise de variância da regressão ($p < 0,05$), teste t dos coeficientes, coeficiente de determinação dos modelos superior a 50% e da melhor representação do fenômeno biológico. As análises estatísticas foram realizadas a partir do software Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, SAEG, versão 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o ensaio realizado em laboratório foi observado o efeito dos diferentes períodos de exposição ao ácido sulfúrico, para todas as características avaliadas, exceto porcentagem de sementes mortas (Tabela 1). Para as avaliações referentes ao ensaio de casa de vegetação, não foi verificado efeito dos tratamentos para tempo médio de emergência e peso de massa seca da parte aérea.

Embora a eficiência da escarificação química por meio do ácido sulfúrico tenha sido constatada para sementes de muitas espécies cuja dormência tenha como causa a impermeabilidade do tegumento, o efeito corrosivo deste composto pode promover injúrias irreversíveis para o embrião. Eisvand et al. (2006) verificaram que, para sementes de *Astragalus siliquosus*, embora a escarificação química tenha promovido elevação da germinação, houve elevada ocorrência de sementes mortas. De acordo com Rocha et al. (2011), outro fator negativo a ser considerado para a escarificação ácida em sementes de teca foi relacionado à liberação de açúcares resultante da degradação da celulose, resultando em maior disponibilidade de substrato para a colonização por fungos. Portanto, embora o

efeito corrosivo da escarificação ácida elimine possíveis focos de contaminação externa da superfície das sementes, dependendo do meio em

que ocorrer a germinação, a liberação de açúcares pode fomentar associações com microorganismos, resultando na morte das plântulas.

Tabela 1. Quadrados médios (QM) referente à avaliação de germinação (GERM), sementes mortas (MOR), sementes duras (DUR), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TG), emergência (EMERG), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TE), índice Spad (SPAD), comprimento de caule (CC), peso de massa fresca total (MFT), da parte aérea (MFPA) e das raízes (MFRA) e peso de massa seca da parte aérea (PSPA) realizados em testes de germinação, emergência e desenvolvimento inicial das plântulas de *Piptadenia viridiflora* (Kunth) Benth, em função de diferentes períodos de exposição ao ácido sulfúrico concentrado.

Fonte da variação	GL	QM				
		GERM	MOR	DUR	IVG	TG
TRATAMENTO	4	6327,700**	10,700	6492,000**	743,750**	1,155*
RESÍDUO	15	17,933	15,533	2,933	5,834	0,1244
TOTAL	19					
CV(%)		5,639	6,6801	9,014	10,277	16,33
Fonte da variação		QM				
		EMERG	IVE	TE	SPAD	CC
TRATAMENTO	4	6304,3000**	64,0612**	0,2900	76,8470**	4,0900**
BLOCO	3	53,3333	0,7336	0,3817	1,4540	0,1498
RESÍDUO	12	20,8333	0,3131	0,1095	5,9990	0,2707
TOTAL	19					
CV(%)		8,811	10,034	6,747	3,858	13,967
Fonte da variação		QM				
		MFTOTAL	MFPA	MFRA	MSPA	
TRATAMENTO	4	1,1630**	034	0,0506**	0,0041**	
BLOCO	3	0,2375*	0,13	0,0269*	0,0030	
RESÍDUO	12	0,0730	0,07	0,0082	0,0008	
TOTAL	19					
CV(%)		5,228	6,012	12,199	3,852	

** , * , significativo pelo teste F, $p \leq 1$ e 5%, respectivamente.

Para o presente estudo, a manutenção de baixos índices e a ausência de alteração do percentual de sementes mortas (MORT) nos ensaios desenvolvidos em laboratório para os períodos de exposição ao ácido sulfúrico foram relacionadas a condições assépticas adequadas e elevada resistência dos tecidos germinativos ao tratamento com ácido sulfúrico.

Para a germinação (GERM) foi ajustado o modelo polinomial raiz quadrática, verificando-se o valor máximo de 98% no período de imersão de 35 minutos em ácido sulfúrico (Figura 1A). Durante todo o período de avaliação, os valores de GERM observados para sementes não expostas à imersão em ácido sulfúrico concentrado foram extremamente baixos (aproximadamente 4%), sendo associados à elevada porcentagem de sementes duras (DUR). A partir da semelhança com outras leguminosas arbóreas nativas da região semiárida, foi caracterizada a dormência tegumentar para as sementes de surucucu. Esse tipo de dormência pode

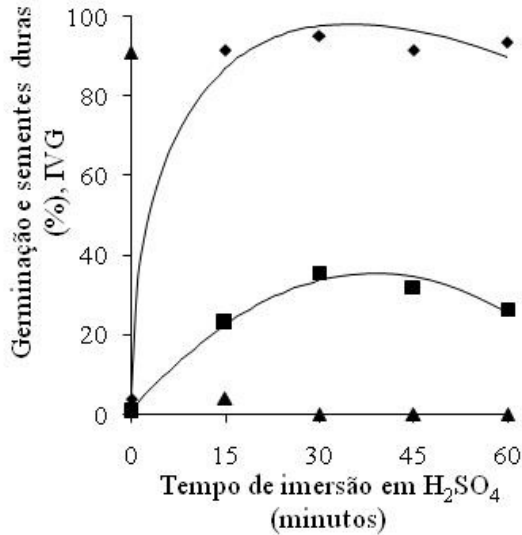
afetar a disseminação e propagação natural desta espécie e a intensidade de sua ocorrência é altamente relacionada aos aspectos ambientais (SILVEIRA et al., 2006). Dutra e Medeiros Filho (2009) verificaram que em sementes de albizia (*Albizia lebeck* (L.)) não tratadas a embebição foi de aproximadamente 50%, mantendo-se constante até o final das observações. Entretanto, as sementes tratadas com ácido sulfúrico apresentaram absorção de 189% de água.

Em muitos casos, a superação da quebra de dormência não está diretamente relacionada à distribuição no tempo. A maior velocidade de germinação é um dos importantes aspectos para o estabelecimento de uma plântula em condição de campo, principalmente em condições ambientais adversas como restrição da disponibilidade hídrica, radiação intensa, ocorrência de ventos intensos, restrições físicas de substrato de plantio, presença de pragas entre outros. Cavalheiro et al. (2007) verificaram que para sementes de *Colubrina*

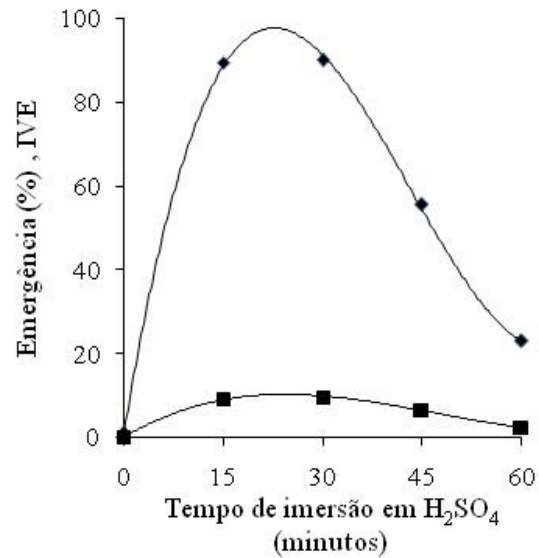
glandulosa a escarificação química com ácido sulfúrico resultou em elevação do percentual de germinação, entretanto o tempo médio de germinação não foi alterado. De modo semelhante, observou-se no presente trabalho o comportamento diferenciado entre germinação (Figura 1A) e tempo

médio de germinação (Figura 2A). Para o presente estudo o menor tempo médio de germinação ocorreu quando as sementes foram expostas durante 17 minutos ao ácido sulfúrico enquanto o maior índice de germinação ocorreu com o período de 35 minutos de tratamento.

A



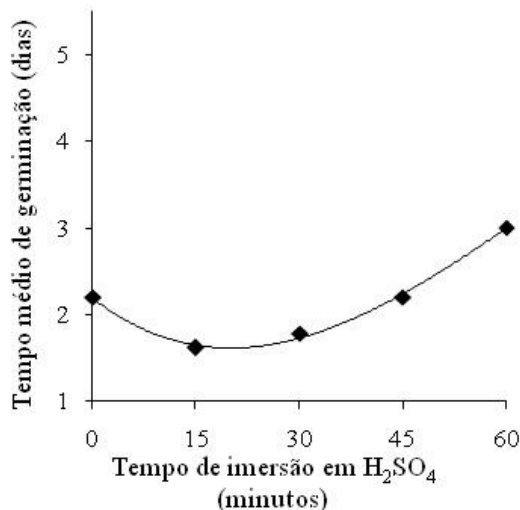
B



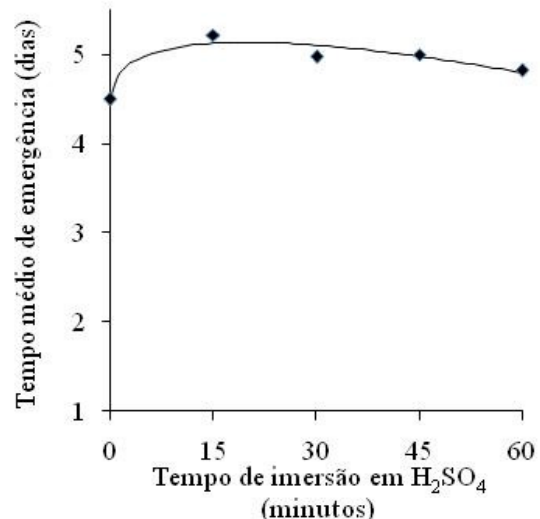
(A) ♦ Germinação: $\hat{Y}^{**} = 4,82197 + 31,4740 * X^{0,5} - 2,65219 * X$ ($R^2 = 0,9882$); ■ IVG: $\hat{Y}^{**} = 1,18893 + 1,76493 * X - 0,0226913 * X^2$ ($R^2 = 0,9831$); ▲ Sementes duras: $\hat{Y} = 5,9$; (B) ♦ Emergência: $\hat{Y}^{**} = 1,2286 + 9,6429 * X - 0,2879 * X^2 + 0,0022 * X^3$ ($R^2 = 0,9994$); ■ IVE: $\hat{Y}^* = 0,1567 + 0,9221 * X - 0,0255 * X^2 + 0,0002 * X^3$ ($R^2 = 0,998$); **, * e ° Significativo a 1, 5 e 10%, respectivamente, pela análise de variância da regressão para o modelo, e pelo teste t para os coeficientes.

Figura 1. Germinação, sementes duras (em porcentagem) e índice de velocidade de germinação (IVG) (A). Emergência (em porcentagem) e índice de velocidade de emergência (IVE) (B) em sementes de surucucu, (*Piptadenia viridiflora* (Kunth) Benth) submetidas a diferentes períodos de exposição á escarificação química com H₂SO₄ concentrado.

A



B



(A) Tempo médio de germinação: $\hat{Y}^{**} = 2,1945 - 0,061849 * X + 0,0018 * X^2 - 0,0000097 * X^3$ ($R^2 = 0,9785$); (B) Tempo médio de emergência: $\hat{Y}^* = 4,51351 + 0,281612 * X^{0,5} - 0,0315910 * X$ ($R^2 = 0,9040$); **, * e ° Significativo a 1, 5 e 10%, respectivamente, pela análise de variância da regressão para o modelo, e pelo teste t para os coeficientes.

Figura 2. Tempo médio de germinação (A) e tempo médio de emergência (B) em sementes de *Piptadenia viridiflora* (Kunth) Benth submetidas a diferentes períodos de exposição á H₂SO₄ concentrado.

Para o IVG foi ajustado o modelo quadrático sendo observado o valor máximo de 35,5, quando as sementes foram submetidas ao ácido sulfúrico durante 39 minutos. Entre o período de 35 a 38 minutos de exposição ao ácido sulfúrico, foi verificada uma elevação semelhante para GERM e IVG (Figura 1A). Embora todos os valores de IVG das sementes submetidas ao tratamento de escarificação química tenham se mantido superiores ao das sementes não tratadas, os decréscimos observados para os maiores períodos de exposição foram mais drásticos para IVG em relação a GERM. De acordo com Alves et al. (2009), períodos prolongados de exposição ao ácido sulfúrico podem provocar danos aos tecidos internos das sementes, resultando em redução de vigor.

De modo semelhante aos ensaios de laboratório, para sementes não submetidas à escarificação foram verificados valores percentuais baixos de emergência em casa de vegetação (Figura 1A e 1B).

Foi definido o modelo polinomial de terceira ordem para a porcentagem de emergência e IVE, sendo para ambos (Figura 1B). Verificou-se valor máximo de IVE de 10,4 para o tempo de imersão de 26 minutos, observando-se um decréscimo em períodos superiores (Figura 1B). A partir deste ponto, foi verificada uma intensa redução até o maior período de 60 minutos de exposição.

A intensa variação dos fatores relativos ao ambiente de condução do teste de emergência (temperatura do ar, umidade e interação com substrato) foi determinante para a redução da capacidade de estabelecimento inicial das plântulas. Oliveira et al. (2010), observaram em *Caesalpinia pulcherrima* (L.) que a permanência das sementes por períodos prolongados no ácido, embora supere o fenômeno da dormência, aumenta a porcentagem de sementes deterioradas e de plântulas anormais.

A semelhança entre os modelos definidos para emergência e IVE refletiu o forte efeito de interação ambiental e períodos de exposição ao tratamento, fato não verificado para germinação e IVG, devido à condução em meio com temperatura, umidade e fotoperíodo controlados. Benedito et al. (2008) em estudo realizado sobre sementes de catanduva (*Piptadenia moniliformis* (Benth)) não observaram diferenças entre os valores de IVE para períodos de cinco a 20 minutos de exposição à escarificação ácida.

Os valores absolutos para o tempo médio de germinação (TMG) foram inferiores ao observado para o tempo médio de emergência em função do tempo de imersão em ácido sulfúrico (Figura 2A e

2B). Entretanto, verificou-se maior intervalo de variação (1,27) para o TMG em comparação ao tempo médio de emergência (TME) (0,63).

Por meio dos modelos de regressão, foi observado, inicialmente, decréscimo de valores, seguido de elevação para TMG e tendência oposta para TME. Em condição de telado houve uma potencialização do efeito negativo da escarificação para o vigor inicial das plântulas em relação a condição de temperatura e fotoperíodo controlado em câmara de germinação.

A redução inicial do tempo médio de germinação promovida pela exposição ao tratamento ocorreu devido ao efeito do tratamento na ruptura parcial das estruturas da casca das sementes. Alves et al. (2000), observaram em *Bauhinia monandra* (Britt), que a escarificação com ácido sulfúrico concentrado reduziu o tempo médio para germinação das sementes. Para o presente estudo, em intervalos de exposição superiores a 22 minutos, foi observada elevação do tempo médio de germinação, denotando queda de vigor das plântulas, induzido pelo efeito do ácido. Alves et al. (2006), relataram que o aumento do período de imersão pode causar ruptura das células, favorecendo a infecção por microorganismo e injúrias mecânicas, reduzindo os percentuais de emergência.

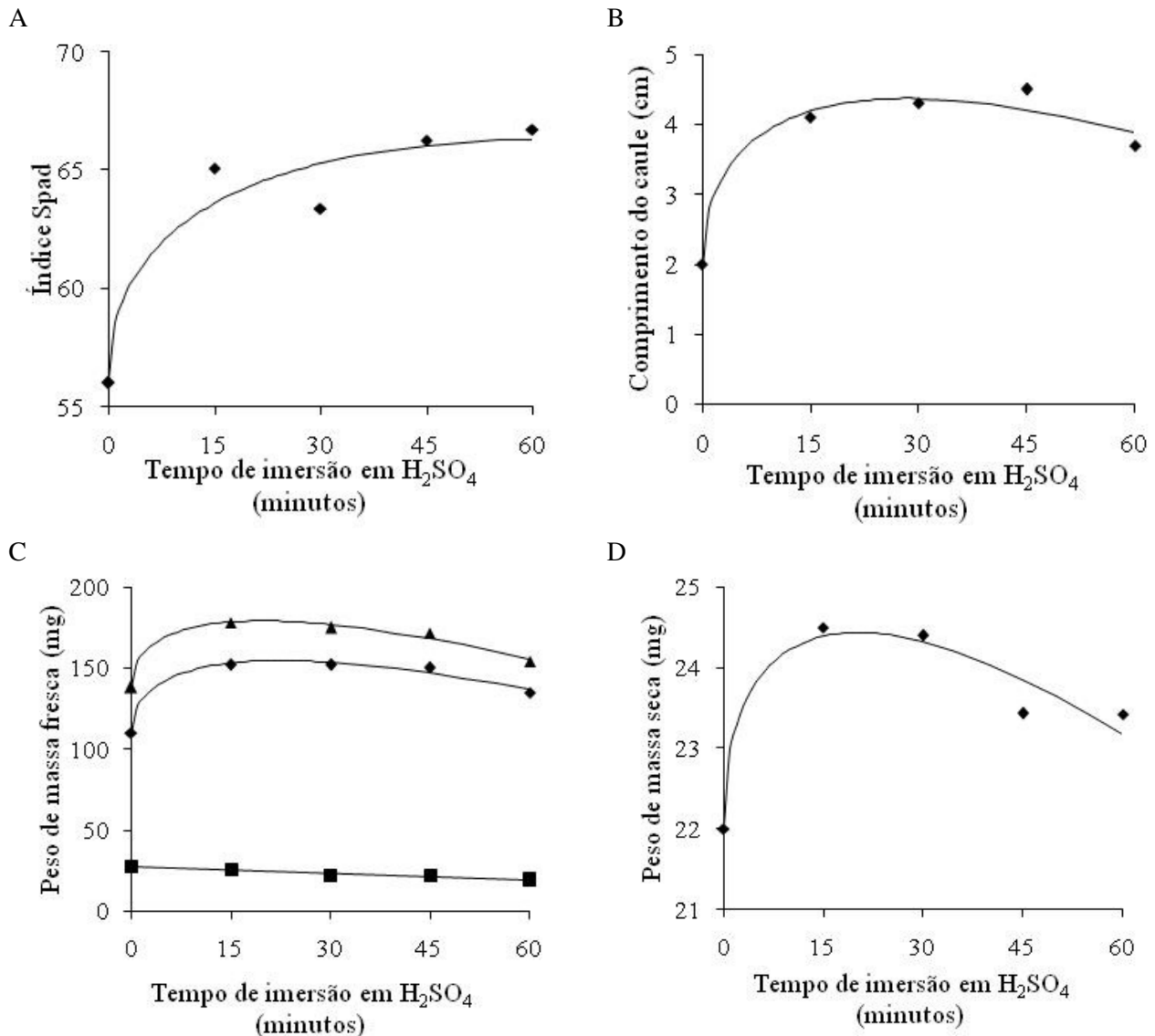
Para o tempo médio de emergência, deve ser ressaltado que o menor valor desta característica para sementes não tratadas foi relacionado à emergência de apenas quatro plântulas. Tal fato deve-se a existência de variabilidade genética na população amostrada desta espécie, ou seja, um pequeno número de indivíduos não apresentou dormência tegumentar, sendo possível a emergência sem escarificação química. Em casa de vegetação, devida às condições impostas pelo ambiente do ensaio (substrato, temperatura, luminosidade, umidade relativa, microorganismo, etc.), embora tenha ocorrido a germinação das sementes, as plântulas pouco vigorosas não atingiram a emergência, restringindo a adequação do tempo médio de emergência para avaliações de vigor.

Valor máximo do índice SPAD (68,2) foi observado para o período de imersão em ácido de 38 minutos. O rompimento da barreira tegumentar promovido pela escarificação química possibilitou que a emergência ocorresse em maior velocidade em relação à testemunha, expondo a plântula mais precocemente à luz solar, resultando em elevação da síntese de clorofilas (Figura 3A).

O clorofilômetro portátil determina a intensidade da coloração verde das superfícies avaliadas e, devido ao teor de clorofilas estar

diretamente relacionado a esta cor, a aceleração da emergência das plântulas promovida pelo ácido sulfúrico elevou o índice SPAD. De acordo com Rêgo e Possamai (2008), o conteúdo de clorofila é um dos fatores mais importantes para a adaptação e crescimento das plantas aos diferentes ambientes. Desta forma, o índice Spad elevado em plântulas após a emergência torna-se um importante parâmetro para avaliação da capacidade de instalação e vigor.

O maior valor de comprimento do caule (4,5 cm) foi observado quando as sementes de surucucu foram submetidas à por 30 minutos de exposição ao ácido (Figura 3B). Após as plantas terem atingido a altura máxima, verificou-se redução à medida que aumentou o tempo de tratamento das unidades de dispersão. Alves et al. (2006), verificaram que a imersão de sementes de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* (Mart)) resultou em valores máximos de altura de caule com o período de exposição de 90 minutos em ácido sulfúrico.



(A) Índice Spad: $\hat{Y}^* = 56,2094 + 2,51094 * X^{0,5} - 0,15579 * X$ ($R^2 = 0,9204$); (B) Comprimento de caule (CC): $\hat{Y}^* = 1,9740 + 0,90001 * X^{0,5} - 0,0845 * X$ ($R^2 = 0,9682$); (C) ▲ Massa fresca total: $\hat{Y}^* = 137,879 + 18,6421 * X^{0,5} - 2,10605 * X$ ($R^2 = 0,9558$); ◆ Massa fresca da parte aérea: $\hat{Y}^* = 109,821 + 18,876 * X^{0,5} - 1,98974 * X$ ($R^2 = 0,9898$); ■ Massa fresca da raiz: $\hat{Y}^* = 27,8000 - 0,1450 * X$ ($r^2 = 0,9358$); (D) ◆ Massa seca da parte aérea: $\hat{Y}^* = 22,0325 + 1,0704 * X^{0,5} - 0,11911 * X$ ($R^2 = 0,9344$); **, *Significativo a 1 e 5%, pela análise de variância da regressão para o modelo, e pelo teste t para os coeficientes.

Figura 3. Índice Spad (A), comprimento de caule (B), massa fresca total, massa fresca da parte aérea, massa fresca raiz (C), e massa seca da parte aérea (D) de plântulas de *Piptadenia viridiflora* obtidas por meio de sementes submetidas a tratamento prévio à sementeira, definido por diferentes períodos de exposição ao H₂SO₄.

Valores máximos 183,0 mg, 158,0 mg e 25,0 mg, foram obtidos para peso de massa fresca total, massa fresca e seca da parte aérea para os tempos de exposição ao ácido sulfúrico de 28, 29 e 31 minutos, respectivamente (Figura 3C e 3D). A redução de valores de massa observada em períodos de exposição superiores a tais intervalos de tempo de exposição foi relacionada à ocorrência de dano fisiológico na estrutura interna das sementes. Bruno et al. (2001) constataram maiores valores de massa seca em sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* (Benth) quando submetidas a tratamento com ácido sulfúrico.

Para o peso de massa fresca de raiz o valor máximo de 27,8 mg foi obtido para sementes de surucucu não escarificadas, ocorrendo um decréscimo linear para a relação entre o peso da massa fresca da raiz e períodos de escarificação (Figura 3C). Portanto, foi detectada diferença de sensibilidade de tecidos da semente ao tratamento aplicado, cuja intensidade parece estar relacionada às características particulares das espécies e do tempo de exposição à escarificação ácida. Sampaio et al. (2001), identificaram valores de peso de massa fresca de raiz em sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides*), quando o período de escarificação foi de oito a 11 minutos. Majidi e Barati (2011)

verificaram que a escarificação ácida de sementes de *Onobrychis sintenisii*, *Onobrychis melanotrycha* e *Onobrychis vicifolia* foi relacionada à elevação de valores de parâmetros de crescimento das plantas, com exceção da massa seca das raízes, que foi reduzida, devido à maior sensibilidade destas à exposição ao tratamento.

CONCLUSÕES

A escarificação química por meio do ácido sulfúrico concentrado promove a elevação das taxas de germinação e emergência.

A relação entre tempo médio de germinação e de emergência com os tempos de imersão em ácido sulfúrico foram contrastantes, ocorrendo elevação de valores de tempo médio de germinação e redução de valores do tempo médio de emergência a partir do período de 22 minutos.

Devido ao efeito do ambiente de condução dos estudos, os ensaios de laboratório foram caracterizados por estabilização de valores de germinação partir do tempo de exposição ao ácido sulfúrico de 35 minutos, enquanto para testes de casa de vegetação ocorreu drástica redução da emergência, para períodos superiores a 23 minutos.

ABSTRACT: The aim of this work was to evaluate the best immersion time in sulfuric acid to maximize germination, emergence and vigor values of seedlings. It was evaluated immersion time (15, 30, 45, 60 min) in sulfuric acid (98%) to seed germination, emergency, IVG (germination speed index), IVE (emergence speed index), seed vigor (stem length, fresh mass weight of roots and shoots, dry mass weight of shoots, total fresh mass weight) and Spad index. The laboratory trial was defined by completely randomized design with four replicates, and the plot consists of a Petri dish (145 mm diameter) containing 50 seeds, totalizing 200 seeds per treatment. Petri dishes were kept in BOD incubator at 25°C with a photoperiod of eight hours. For evaluation of emergency, it was conducted an experiment with a randomized block design with four blocks, and the plot consisted of 50 seeds. The sulfuric acid was efficient in overcoming the dormancy of the species, increasing the percentage of all characteristics evaluated. The efficiency of chemical treatment with concentrated sulfuric acid depends on the immersion time, and the period between 23 and 38 min is most suitable to provide higher percentages of germination and emergence.

KEYWORDS: Surucucu. Germination. Emergency. Vigour.

REFERÊNCIAS

- AGRA, M. F.; FREITAS, P. F.; BARBOSA-FILHO, J. M. Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v. 17, n. 1, p. 114-140, 2007.
- AL-MENAIE, H. S.; AL-RAGAM, O.; AL-SHATTI, A.; MATHEW, M.; SURESH, N. The effects of different treatments on seed germination of the *Cassia fistula* L. and *Cassia nodosa* Buch.-Ham. ex Roxb. in Kuwait. **African Journal of Agricultural Research**, Lagos, v. 5, n. 3, p. 230-235, 2010.
- ALVES, E. U.; BRUNO, R. L.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; ALVES, A. U. Ácido sulfúrico na superação da dormência de unidades de dispersão de Juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 187-195, 2006.

- ALVES, E. U.; BRUNO, R. L.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES A. U.; ALVES, A. U. Escarificação ácida na superação da dormência de sementes de pau ferro (*Caesalpineae ferrea* Mart.ex Tu. Var. *leiostachya* Benth.). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 37-47, 2009.
- 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**, Pelotas, v. 22, p. 139-144, 2000.
- AZEREDO, G. A.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V.; MORO, F. V. Superação de dormência de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 32, n. 2, p. 49-58, 2010.
- BENEDITO, C. P.; TORRES, S. B.; RIBEIRO, M. C. C.; NUNES, T. A. Superação da dormência de sementes de catanduva (*Piptadenia moniliformis* Benth.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n.1, p. 90-93, 2008.
- BENEDITO, Clarisse Pereira. **Biometria, germinação e sanidade de sementes de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* Willd.) e jurema-branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.)**. 2012. 95f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Curso de Pós graduação em Fitotecnia. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Regras para Análises de Sementes**. Brasília, 2009. 399p.
- 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**, Pelotas, v. 23, n. 2, p. 136-143, 2001.
- CAVALHEIRO, A. L.; PIMENTA, G.A.; TOREZAN, J. M. D. Effect of some physical and chemical treatments on germination of *Colubrina glandulosa* seeds. **Seed Science and Techonology**, Zurich, v. 36, n. 3, 744-748, 2007.
- CRUZ, S. E. S. B. S.; BEELEN, P. M. G.; SILVA, D. S.; PEREIRA, W. E.; BEELEN, R.; BELTRÃO, F. S. Caracterização dos taninos condensados das espécies maniçoba (*Manihot pseudoglazovii*), flor-de-seda (*Calotropis procera*), feijão-bravo (*Capparis flexuosa* L.) e jureminha (*Desmanthus virgatus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n. 4, p. 1038-1044, 2007.
- DUTRA, A. S.; MEDEIROS FILHO, S. Dormência e germinação de sementes de albízia (*Albizia lebbek* (L.) Benth). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 3, p. 427-432, 2009.
- EISVAND, H. R.; AREFI, H. M.; TAVAKOL-AFSHARI, R. Effect of various treatments on breaking seed dormancy of *Astragalus siliquosus*. **Seed Science and Techonology**, Zurich, v. 34, n. 3, p. 747-752, 2006.
- FARIAS, R. M.; FREITAS, R. M. O.; NOGUEIRA, W.; DOMBROSKI, J. L. D. Superação de dormência em sementes de jurema-branca (*Piptadenia stipulacea*). **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 56, n. 2, p. 160-165, 2013.
- FREITAS, R. A.; FERNANDES, S. D.; REIS, M. S.; CECON, P. R. Correlação entre testes para avaliação da qualidade de sementes de algodão e a emergência das plântulas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 22, n. 1, p. 97-103, 2000.
- FLORIANO, E. P. **Germinação e dormência de sementes florestais**. Caderno Didático n. 2, 1. ed., Anorgs, p. 22, 2004.
- FUNES, G.; VENIER, P. Dormancy and germination in three Acacia (Fabaceae) species from central Argentina. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 16, n. 01, p. 77-82, 2006.

- HERNÁNDEZ, W. C.; XAVIER, A.; PAIVA, H. N.; WENDLING, I. Propagação vegetativa do pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr.) por estaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 813-823, 2012.
- LABORIAU, L. F. G. **A germinação de sementes**. OEA, Washington, 1983, 174 p.
- MAJIDI, M. M.; BARATI, M. Methods for breaking seed dormancy in one cultivated and two wild *Onobrychis* species. **Seed Science and Technology**, v. 39, n. 1, p. 44-53, 2011.
- MARTINELLI-SENEME, A.; POSSAMAI, E.; SCHUTA, L. R.; VANZOLINI, S. Germinação e sanidade de sementes de *Bauhinia variegata*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 719-724, 2006.
- MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C.; CORREA, N. B. Maturação fisiológica de sementes de *Erythrina variegata* L. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 619-627, 2011
- MATSUMOTO, S. N.; PESSOA, R. C.; LIMA, J. M.; VIANA, A. E. S.; CASTELANI, M. A. Aspectos de maturação de vagens e sementes de *Piptadenia viridiflora* relacionados a germinação e dormência. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 1, n. 1, p. 169-176, 2010.
- OLIVEIRA, L. M.; BRUNO, R. L. A.; GONÇALVES, E. P.; LIMA JÚNIOR, A. R. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. – Leguminosae. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 1, p. 71-76, 2010.
- PESSOA, R. C., MATSUMOTO, S. N.; MORAIS, O. M.; VALE, R. S.; LIMA J. M. Germinação e maturidade fisiológica de sementes de *Piptadenia viridiflora* (Kunth.) Benth relacionadas a estádios de frutificação e conservação pós-colheita. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 617-625, 2010.
- RÊGO, G. M.; POSSAMAI, E. **Avaliação dos teores de clorofila no crescimento de mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*)**. Colombo:Embrapa, Dezembro, 2008. (Comunicado Técnico, 128).
- ROCHA, R. B.; VIEIRA, A. H.; SPINELLI, V. M.; VIEIRA, J. R. Caracterização de fatores que afetam a germinação de teca (*Tectona grandis*): temperatura e escarificação. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 205-212, 2011.
- 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**, Pelotas, v. 23, n. 1, p. 184-190, 2001.
- SILVA, A. J. C.; CARPANEZZI, A. A.; LAVORANTI, O. J. Quebra de dormência de sementes de *Erythrina crista-galli*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 53, p. 65-78, 2006.
- SILVEIRA, F. A. O.; FERNANDES, G. W. Effect of light, temperature and scarification on the germination of *Mimosa foliolosa* (Leguminosae) seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 34, n. 3, p. 585-592, 2006.