

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL**

**TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS NA GERMINABILIDADE E NO  
DESENVOLVIMENTO DAS PLÂNTULAS DE *Bowdichia virgilioides* Kunth.  
(FABACEAE-PAPILIONOIDEAE)**

Paula Arruda Fernandes

Denise Garcia de Santana

**UBERLÂNDIA – MG  
2013**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL**

**TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS NA GERMINABILIDADE E NO  
DESENVOLVIMENTO DAS PLÂNTULAS DE *Bowdichia virgilioides* Kunth.  
(FABACEAE-PAPILIONOIDEAE)**

Paula Arruda Fernandes

Denise Garcia de Santana

Dissertação apresentada à Universidade  
Federal de Uberlândia como parte dos  
requisitos para a obtenção do título de  
Mestre em Biologia Vegetal.

**UBERLÂNDIA – MG  
2013**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

- F363t      Fernandes, Paula Arruda, 1984-  
2013      Tratamentos pré-germinativos na germinabilidade e no desenvolvimento das plântulas de *Bowdichia Virgilioides* Kunth. (Fabaceae-Papilionoideae) / Paula Arruda Fernandes. -- 2013. 47 f. : il.
- Orientadora: Denise Garcia de Santana.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal.  
Inclui bibliografia.
1. Botânica - Teses. 2. Sucupira preta - Dormência - Teses. 3. Cerrados - Teses. I. Santana, Denise Garcia de. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal. III. Título.

---

CDU: 581

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL**

**TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS NA GERMINABILIDADE E NO  
DESENVOLVIMENTO DAS PLÂNTULAS DE *Bowdichia virgilioides* Kunth.  
(FABACEAE-PAPILIONOIDEAE)**

Paula Arruda Fernandes

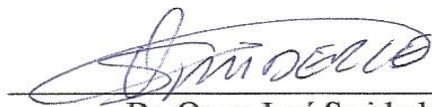
**COMISSÃO EXAMINADORA**

Presidente (Orientador):

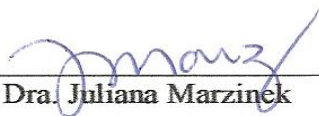


Dra. Denise Garcia de Santana

Examinadores:



Dr. Oscar José Smiderle



Dra. Juliana Marzinek

Dissertação aprovada em

11 / 03 / 2013

**UBERLÂNDIA – MG  
2013**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus por ter me dado força, disciplina e entendimento para desenvolver todo este trabalho.

À minha família, pelos conselhos e paciência, em especial ao meu filho, Cauê, pela espera e compreensão diária, ao meu marido pelo companheirismo e aos meus pais pelo apoio que sempre me deram.

À Profa. Dra. Denise Garcia de Santana, não somente pela orientação, mas pela dedicação e paciência, me ensinando como escrever e ler melhor.

A Gabi, ao Vanderley e a todos aqueles que frequentaram o Laboratório de Sementes Florestais que me ensinaram bastante ao longo do curso sobre sementes e estatística e pelos conselhos e longas conversas filosóficas que marcaram a minha vida.

Às novas amigadas feitas na 2ª turma da biologia vegetal, cada um estará presente na minha vida. As amigadas de todos ficarão marcadas por boas lembranças, em especial a Walquíria Fernanda Teixeira e a Ana Carolina Ferreira Martins, pessoas maravilhosas, verdadeiras e leais que me ajudaram com muitas risadas.

À coordenação, à secretaria, aos técnicos e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal por compartilharam seus ensinamentos.

A CAPES pelo apoio financeiro.

E aos meus amigos queridos, deixo aqui minha gratidão aos que contribuíram para a realização desse trabalho e que contribuem sempre na minha caminhada desta vida!

*“O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada. Caminhando e  
semeando, no fim terás o que colher”.*  
Cora Coralina.

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2.MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>4</b>
FORMAÇÃO DAS AMOSTRAS.....	4
MÉTODOS PARA TESTE DE GERMINAÇÃO PROPOSTOS PELA LITERATURA.....	4
1º EXPERIMENTO DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES.....	5
2º EXPERIMENTO DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES.....	9
MONTAGEM E CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....	9
CURVAS DE EMBEBIÇÃO.....	10
NORMALIDADES E ANORMALIDADES EM PLÂNTULAS.....	10
ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	10
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>29</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1.** Imagens das sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. coletadas em 2009 (a), 2010 (b), 2011 (c) e 2012 (d) em áreas de Cerrado (*lato sensu*) e Mata Atlântica.....4

**Figura 2.** Plântulas normais de *Bowdichia virgilioides* Kunth. com suas estruturas essenciais como hipocótilo desenvolvido, cotilédones foliáceos e expostos.....16

**Figura 3.** Anormalidades em plântulas de *Bowdichia virgilioides* Kunth. coletadas nos anos de 2009, 2010 e 2011. a. Ausência de sistema radicular; b. Danos no hipocótilo; c. Plântulas com raiz primária infeccionada; d. Hipocótilos espessados e raiz primária infeccionada; e. Raiz primária e cotilédones infeccionados; f. Raiz primária infeccionados e ausentes, e cotilédones infeccionados.....19

**Figura 4.** Incremento em massa de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. coletadas em áreas de Cerrado e Mata Atlântica dos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo nos anos de 2009, 2010 e 2011. a. Sementes da amostra A<sub>1</sub>; b. Sementes da amostra A<sub>2</sub>; c. Sementes da amostra A<sub>3</sub>; d. Sementes da amostra A<sub>4</sub>; e. Sementes da amostra A<sub>5</sub>; f. Sementes da amostra A<sub>6</sub>.....25

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Metodologias para teste de germinação de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. sugeridas na literatura incluindo os critérios de protrusão de radícula e de plântula normal.....6

**Tabela 2.** Germinabilidade, plântulas normais e mortalidade de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. obtidos de sementes coletadas em áreas de Cerrado e Mata Atlântica dos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo nos anos de 2009, 2010 e 2011.....15

**Tabela 3.** Plântulas anormais danificadas e infeccionadas *Bowdichia virgilioides* Kunth. obtidos de sementes coletadas em áreas de Cerrado e Mata Atlântica dos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo nos anos de 2009, 2010 e 2011.....18

**Tabela 4.** Sementes não embebidas de *Bowdichia virgilioides* Kunth. coletadas em áreas de Cerrado e Mata Atlântica dos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo nos anos de 2009, 2010 e 2011.....20

**Tabela 5.** Germinabilidade, plântulas normais e mortalidade de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. obtidos de sementes coletadas em áreas de Cerrado e Mata Atlântica dos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo nos anos de 2009, 2010, 2011 e 2012.....22

**Tabela 6.** Plântulas anormais danificadas e infeccionadas *Bowdichia virgilioides* Kunth. obtidos de sementes coletadas em áreas de Cerrado e Mata Atlântica dos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo nos anos de 2009, 2010, 2011 e 2012.....23

## Resumo

A espécie *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Fabaceae- Papilionoideae) apresenta ampla distribuição geográfica; é comum nos cerrados do Planalto Central do Brasil e em savanas da América do Sul. Neste trabalho, avaliou-se a eficiência dos tratamentos pré-germinativos na superação da dormência de sementes e seu impacto no desenvolvimento das plântulas de *Bowdichia virgilioides* de procedências distintas e a capacidade de embebição das sementes provenientes de anos de coleta distintos para avaliar o grau de permeabilidade do tegumento. As sementes foram colhidas em 2009, 2010, 2011 e 2012 em áreas de Cerrado e de Mata Atlântica. Os experimentos de germinação foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com métodos pré-germinativos correspondentes ao ácido sulfúrico, picote e tratamento térmico, incluindo embebição e assepsia com hipoclorito de sódio com quatro repetições de 25 sementes. As sementes foram dispostas em rolo de papel previamente umedecido e colocados em BOD a 25°C. As características analisadas foram percentuais de germinabilidade de plântulas normais, as plântulas anormais infectadas e danificadas, a mortalidade e o que restou de sementes duras ao final do teste. Plântulas da espécie apresentam sistema radicular desenvolvido, com ou sem raízes secundárias e cotilédones fotossintetizantes. A eficiência dos métodos pré-germinativos depende da intensidade da dormência de sementes de *Bowdichia virgilioides*. Entre os métodos, sementes submetidas ao ácido sulfúrico no tempo de 8 minutos é o procedimento mais indicado para a germinação de sementes da espécie e para a formação de plântulas normais. O picote seguido de embebição por 24 horas causa mortalidade das sementes da espécie, devido à baixa tolerância a embebição rápida. Os percentuais reduzidos de plântulas anormais infeccionadas são devidos à assepsia com hipoclorito de sódio antes da sementeira. As sementes apresentam permeabilidade do tegumento variável numa amostra e entre as amostras com a mesma dormência, pois há variação do incremento de massa.

**Palavras-chave:** Sucupira preta; ácido sulfúrico; Cerrado; dormência.

## Abstract

The specie *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Fabaceae-Papilionoideae) has wide distribution; is common in the savannas of Central Plateau of Brazil and savannas of South America. In this study, it were evaluated the efficiency of pre-germination treatments to overcome seed dormancy and its impact on the development of *Bowdichia virgilioides*' seedlings from different origin and the capacity of absorption of seeds from different sampling years to evaluate the degree of permeability integument. The seeds were collected in 2009, 2010, 2011 and 2012 in areas of Cerrado and Atlantic Forest. The germination experiments were conducted in a completely randomized design with pre-germination methods corresponding to sulfuric acid, cutting and heat treatment, including water immersion and disinfection with sodium hypochlorite with four repetitions of 25 seeds. Seeds were placed on roll paper previously moistened and placed in BOD at 25°C. The character analyzed were percentage of germination of normal seedlings, abnormal seedlings infected and damaged, mortality and what left of hard seeds at the end of the test. Seedlings of this specie have developed root system, with or without secondary roots and cotyledons photosynthesizing. The efficiency of the methods pre-germination depends on the intensity of seed dormancy of *Bowdichia virgilioides*. Among the methods, seeds subjected to sulfuric acid in 8 minutes are the appropriate procedure for the germination of seeds of the species and the formation of normal seedlings. The perforation followed by water immersion for 24 hours cause mortality of seeds of species due to the low tolerance of fast imbibition. The reduced percentages of abnormal seedlings are infected due to aseptic with sodium hypochlorite before sowing. The seed coat permeability variables present in a sample and between samples with the same dormancy because there are variations of the increase in mass.

**Keywords:** savanna specie; sulfuric acid; Savanna; dormancy;

## 1. Introdução

A espécie *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Fabaceae-Papilionoideae), conhecida popularmente como sucupira-preta, sucupira-do-cerrado, paricarana, entre outros nomes, é comum nos cerrados do Planalto Central do Brasil e em outras savanas da América do Sul, como os Llanos orientais da Colômbia e da Venezuela (SARMIENTO, 1984; RIBEIRO; WALTER, 1998). No Cerrado foi encontrada em sete de suas fitofisionomias: Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca, Cerradão, Cerrado (*stricto sensu*), Campo Sujo e Campo com murundus (WALTER, 2006) e em diversas vegetações dos biomas da Mata Atlântica, Caatinga e Pantanal (RATTER *et al.*, 2003; CARVALHO, 2006). Na Amazônia, em 376 áreas de Cerrado, incluindo os fragmentos, *Bowdichia virgilioides* ocorreu em 77% das áreas (RATTER *et al.*, 2003).

A espécie é considerada pioneira, seletiva xerófita, adaptada a solos drenados, pobres, de baixa fertilidade e de textura arenosa (BRANDÃO; FERREIRA, 1991; ANDRADE *et al.*, 1997; LORENZI, 2002, CARVALHO, 2006). No estado de Roraima, predomina em regiões de média e baixa altitude, em áreas de lagoas temporárias e igarapés (SILVA, 1997). Na Venezuela, os indivíduos se distribuem de forma isolada em pastagens (GARCÍA-NÚÑES *et al.*, 2001), provavelmente pela capacidade das sementes em colonizar ambientes mais abertos (KANEAE *et al.*, 2000).

O fruto é do tipo legume samaróide, indeiscente e seco com ala circular, plano-compresso, contendo sementes ovalelíticas, levemente plano-compressas, de hilo oval e testa rígida (CARDOSO, 2008), conferindo certo grau de impermeabilidade e, consequentemente de dormência (SMIDERLE; SCHWENGBER, 2011). Entretanto, a dormência é parcial, uma vez que o tegumento das sementes de uma mesma matriz pode apresentar espessuras distintas (SALOMÃO, 2002) e, em função disso, 50% das sementes podem germinar prontamente sem qualquer tratamento (GARCÍA-NÚÑES *et al.*, 2001). Esta variação da dormência é eficiente para garantir a sobrevivência, no entanto é considerado um fator limitante à sua propagação, tendo em vista que apenas pequenas porcentagens das sementes germinam em condições naturais (LOPES *et al.*, 1998). A sucupira preta possui madeira estriada pesada, de cerne pardo escuro, empregada como postes, cercas, embarcações e móveis de luxo. Esta madeira é muito utilizada em cercas de áreas de pastagem natural em locais sujeitos a queimadas anuais,

na região de Roraima, devido a sua elevada resistência ao fogo. A infusão da entrecasca da paricarana é utilizada na medicina popular local para tratamento tópico de inflamações em geral (SMIDERLE; SOUSA, 2003).

A escarificação com ácido sulfúrico tem se mostrado o método mais eficiente para a superação da dormência das sementes de *Bowdichia virgilioides* (ANDRADE *et al.*, 1997; SAMPAIO *et al.*, 2001; SALOMÃO, 2002; SMIDERLE; SOUSA, 2003; ALBUQUERQUE; GUIMARÃES, 2007; ALBUQUERQUE; GUIMARÃES, 2008; ALBUQUERQUE *et al.*, 2009; CRUZ *et al.*, 2012). Entretanto, outros métodos também foram propostos como o picote na região oposta ao hilo (OLIVEIRA, 2011), escarificação mecânica (SMIDERLE; SOUSA, 2003; ALBUQUERQUE *et al.*, 2007), tratamentos térmicos a 80 e a 100 °C (ALBUQUERQUE *et al.*, 2007; SMIDERLE; SCHWENGBER, 2011), pré-embebição das sementes e imersão em nitrogênio líquido (SALOMÃO, 2002). Contudo, há registros de redução dos percentuais de plântulas normais em relação às sementes germinadas após serem submetidas ao ácido sulfúrico (ANDRADE *et al.*, 1997; SMIDERLE; SOUSA, 2003).

Um dos problemas nos experimentos de germinação de sementes é a contaminação por fungos (FERREIRA, 1989), que reduzem o vigor das plântulas, aumentando os percentuais de plântulas anormais infeccionadas ou causando a morte das sementes (HEYDECKER, 1972; HARTMANN; KESTER, 1978; PATRÍCIO *et al.*, 1995). Entretanto, na literatura não há registros de plântulas infeccionadas ou mortes de sementes de *Bowdichia virgilioides* contaminadas por fungos em testes de germinação, provavelmente em função das medidas preventivas com o uso de hipoclorito de sódio e lavagem em água corrente. Para assepsia das sementes da espécie, o hipoclorito de sódio tem sido utilizado em concentrações entre 2 e 2,5% (ALBUQUERQUE; GUIMARÃES, 2007; ALBUQUERQUE *et al.*, 2007; ALBUQUERQUE; GUIMARÃES, 2008), assim como lavagem das sementes em água corrente e destilada (SAMPALIO *et al.*, 2001; SALOMÃO, 2002; CRUZ *et al.*, 2012).

A germinação das sementes de *Bowdichia virgilioides* ocorre em torno do 5º dia após a sementeira, com liberação dos cotilédones do tegumento, expandindo-se em torno do 10º dia e presença das primeiras raízes secundárias e folíolos a partir do 15º dia (ALBUQUERQUE *et al.*, 2009). Na classificação morfofuncional, são plântulas normais do tipo fanero-epígeo-foliáceas (PEF) com hipocótilo alongado e cotilédones foliares expostos (VOGEL, 1980; RESSEL *et al.*, 2004). Essa classificação auxilia na abordagem tecnológica da formação de plântulas, principalmente para produção de

mudas. Neste contexto, plântulas que não apresentarem algumas destas estruturas ou mesmo estruturas em estágio de desenvolvimento atípico são consideradas anormais, podendo ser resultantes do tratamento a que as sementes foram submetidas, problemas congênitos ou da idade da semente (ARAÚJO *et al.*, 2009).

Os tratamentos pré-germinativos para as sementes de *Bowdichia virgilioides* permitem abreviar, aumentar e uniformizar a germinação, e assim aumentar o percentual germinativo, mesmo diante da dormência apresentada por esta espécie. Além disso, posto que existam métodos para germinação das sementes das espécies, não há referências se estes métodos afetarão o desenvolvimento das plântulas. Considerando que a sucupira preta é uma espécie pioneira, apresenta madeira resistente ao fogo, e sementes com graus de dormência variadas, estudos de superação desta dormência e de permeabilidade de sementes permitirão a produção de mudas para reflorestamento. Assim, a eficiência dos tratamentos pré-germinativos na superação da dormência de sementes e seu impacto no desenvolvimento das plântulas de *Bowdichia virgilioides* de procedências distintas foram os objetivos deste estudo. Além desses objetivos, curvas de embebição determinaram a capacidade de embebição das sementes provenientes de anos de coleta distintos com a finalidade de avaliar o grau de permeabilidade do tegumento.

## 2. Material e métodos

**Formação das amostras:** foram coletadas sementes de *Bowdichia virgilioides* em Uberlândia-MG nos anos de 2009 (amostras A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub>), 2011 (A<sub>5</sub>) e 2012 (A<sub>6</sub>), em Linhares-ES no ano de 2010 (A<sub>3</sub>) e Assis-SP em 2011 (A<sub>4</sub>), em áreas de Cerrado (*lato sensu*) e Mata Atlântica, sendo que todas as sementes das amostras foram coletadas de diversas matrizes. Com exceção das sementes da amostra A<sub>4</sub> de 2011, com coloração variando de sementes alaranjadas até castanho-escuras e com pontuações (Figura 1c), as sementes das demais amostras estavam mais uniformes com colorações entre o alaranjado e o avermelhado, e para a montagem do experimento, foram padronizadas na mesma coloração para cada amostra (Figuras 1a,b,d). Tanto sementes recém-colhidas como sementes armazenadas estavam sob baixa temperatura ( $15\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) até a instalação dos experimentos de germinação e confecção das curvas de embebição.

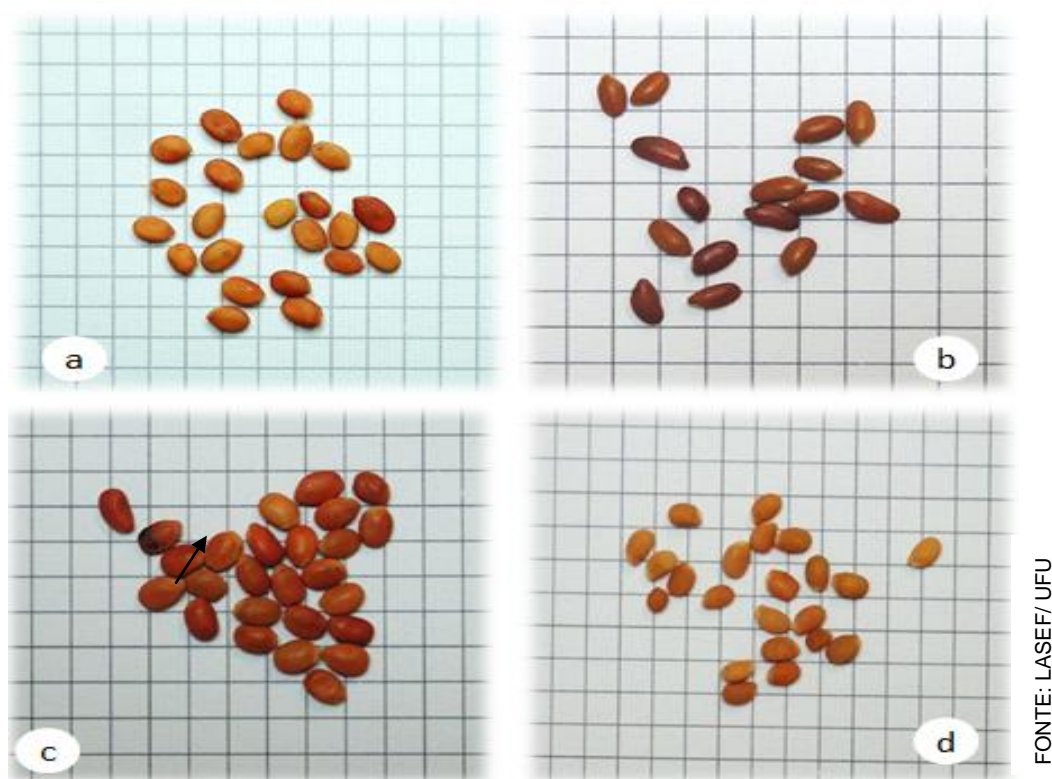


Figura 1. Imagens das sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. coletadas em 2009 (a), 2010 (b), 2011, com pontuações (c) e 2012 (d).

**Métodos para teste de germinação propostos na literatura:** foi realizada revisão bibliográfica sobre os fatores que afetam a germinação das sementes da espécie, os denominados métodos para superação de dormência. Nessa revisão, também foram

consideradas as condições para execução do teste de germinação das sementes de *Bowdichia virgilioides* em laboratório como substrato, temperatura, luminosidade, fotoperíodo e dias de contagens (Tabela 1).

**1º experimento de germinação de sementes:** após a revisão, um experimento foi planejado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 6, sendo o primeiro fator relativo a cinco amostras (A<sub>1</sub>-2009, A<sub>2</sub>-2009, A<sub>3</sub>-2010, A<sub>4</sub>-2011 e A<sub>5</sub>-2011) e o segundo fator, a seis tratamentos pré-germinativos, com quatro repetições de 25 sementes. Os seis tratamentos constaram da imersão das sementes em ácido sulfúrico (95-97% de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) por 3, 5 e 8 minutos; picote do tegumento na região oposta ao hilo seguido da embebição das sementes em água corrente por 24 horas; embebição em água corrente por 24 horas e testemunha. As sementes escarificadas com ácido foram neutralizadas com carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) a 2% por 3 minutos (ALBUQUERQUE; GUIMARÃES, 2007). As sementes da testemunha foram lavadas com solução de detergente neutro na proporção de 1 mL para 100 mL de água destilada, com permanência das sementes por 5 a 10 minutos, seguida de lavagem em água corrente e permanência em água destilada por 3 minutos. As sementes picotadas e embebidas por 24 h e as sementes embebidas por 24 horas foram desinfestadas, antes dos procedimentos, com hipoclorito de sódio a 2,5% por 3 minutos, assepsia realizada em sementes florestais no Laboratório de Sementes Florestais - LASEF da Universidade Federal de Uberlândia-UFU.

Tabela 1. Metodologias para teste de germinação de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. verificadas na literatura incluindo os critérios de protrusão de radícula e de plântula normal

Luz	Recipiente/ Substrato	T °C	Contagens	Tratamentos pré-germinativos	Germinação (%)	Plântulas Normais (%)	Referência bibliográfica
-	RP	30	A cada 3 dias	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 5'	85	-	Andrade <i>et al.</i> (1997)
				H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 10'	80	-	
Condições ambientais	Viveiro	24	Diárias por 30 dias	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 8'	70	-	Sampaio <i>et al.</i> (2001)
				H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 11'	80	-	
Potencial osmótico em sementes submetidas a H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 5' +neutralização com CaClO a 4% por 10'							
				(MPa)			
Fotoperíodo 8 h	G com filme de PVC	25	Diária por 40 dias	0,0	91	-	Silva <i>et al.</i> (2001)
				-0,1	88	-	
				-0,3	72	-	
				-0,5	29	-	
				-0,7	10,7	-	
				-0,9	0	-	
				-1,1	0	-	
16h/18h			Diária 60 dias	10,0		Salomão (2002)	
-	G/MB	25	Diária 30 dias	9,5			Smiderle e Sousa (2003)
				9,0			
				8,5			
contínua	G/MB	20	Diária 30 dias				Albuquerque e Guimarães (2007)
		25		8,0			
		30		7,5			
		35		7,0	59	-	
		20-30			79	-	

Continua....

Luz	Recipiente/ Substrato	T °C	Contagens	Tratamentos pré-germinativos	Germinação (%)	Plântulas Normais (%)	Referência bibliográfica
contínua	G/MB	30	Diária 30 dias	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 12´	75	-	Albuquerque <i>et al.</i> (2007)
				H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 8´	77	-	
				H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 4´	71	-	
				Água 80 °C por 10´	63	-	
				Água 80 °C por 5´	59	-	
				Escarificação mecânica	66	-	
				testemunha	11	-	
contínua	G/MB	20-30	Diária 30 dias	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 8´ +neutralização com CaCO <sub>3</sub> a 2% por 3´	94	-	Albuquerque e Guimarães (2008)
					86	-	
					96	-	
contínua	G/PF	25	Diária 22 dias	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 5´ +embebição em água a 30 °C por 12´	29	-	Gonçalves <i>et al.</i> (2008)
				H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 5´ +embebição em água a 30 °C por 24´	32	-	
				H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 5´ +embebição em água a 30 °C por 36´	76	-	
				H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 5´ +embebição em água a 30 °C por 48´	82	-	
Lixa d´água n 120 do lado oposto do eixo embrionário							
Fotoperíodo 12 horas	Placa Petri/PF	25	Diária 30 dias	Teor água			Matheus <i>et al.</i> (2009)
				(%)			
				10,0	31	-	
				9,5	27	-	
				9,0	24	-	
				8,5	14	-	
				8,0	12	-	
				7,5	10	-	
				7,0	9	-	
				6,5	0	-	
G/PF	25	Diária 22 dias	Água 100 °C por 1´´	26	-	Smiderle e Schwengber (2011)	
			Água 100 °C por 10´´	81	-		
			Água 100 °C por 10´ + NaClO a 2,5% por 1´	87	-		
			Água 100 °C por 20´´	39	-		
			Água 100 °C por 20´+ NaClO a 2,5% por 1´	71	-		

Continua...

Luz	Recipiente/ Substrato	T °C	Contagens	Tratamentos pré-germinativos	Germinação (%)	Plântulas Normais (%)	Referência bibliográfica
contínua	G/V	26,2	Diária por 30 dias	Sementes esverdeadas com o tegumento picotado	12,7	-	Oliveira (2011)
				Sementes avermelhadas com o tegumento picotado	10,4	-	
				Sementes amareladas com o tegumento picotado	72,2	-	
contínua	G	25	Diária por 26 dias	Controle	-	-	Almeida (2012)
				Lixa d'água	-	-	
				H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 5'	-	-	
				Embebição + H <sub>2</sub> SO4	-	-	
	Areia	Controle	-	-			
		Lixa d'água	-	-			
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 5'	-	-			
		Embebição + H <sub>2</sub> SO4	-	-			
		presença	Areia V MB PF	25	60 dias de experimento	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 5'	
81	-						
58	-						
79	-						
Areia V MB PF	20-30		60 dias de experimento	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 5'	65	-	
					86	-	
					76	-	
					78	-	
presença	Areia V MB PF	30	60 dias de experimento	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por 5'	59	-	
					86	-	
					81	-	
					82	-	

Onde RP = Papel toalha; G = Gerbox; MB = Mata borrão; PF – Papel Filtro; V= Vermiculita.

**2º experimento de germinação de sementes:** do primeiro experimento foi selecionado o tratamento pré-germinativo que resultou nos maiores percentuais de germinação e de plântulas normais e incluído o tratamento térmico. Assim, o segundo experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 3 sendo o primeiro fator relativo a cinco amostras (A<sub>1</sub>-2009, A<sub>3</sub>-2010, A<sub>4</sub>-2011, A<sub>5</sub>-2011 e A<sub>6</sub>-2012) e o segundo fator a três tratamentos pré-germinativos, com quatro repetições de 25 sementes. Os métodos constaram da imersão das sementes em ácido sulfúrico por 8 minutos, selecionado do 1º experimento; imersão das sementes em água destilada à 90 °C e permanência na mesma água, sem a fonte de calor, até que a água atingiu a temperatura ambiente, por 2 horas; e testemunha. As sementes da testemunha foram lavadas com solução de detergente neutro na proporção de 1 mL para 100 mL de água destilada, com permanência das sementes por 5 a 10 minutos, seguido de lavagem em água corrente, permanência em água destilada por 3 minutos e hipoclorito de sódio a 2,5% por 3 minutos, assepsia realizada em sementes florestais no Laboratório de Sementes Florestais - LASEF da Universidade Federal de Uberlândia-UFU. Para sementes submetidas aos tratamentos, a assepsia foi feita apenas com hipoclorito de sódio na mesma concentração e tempo da testemunha. Neste experimento, as sementes escarificadas com ácido sulfúrico não foram neutralizadas com o carbonato de cálcio, porque testes preliminares com medições de pH da solução indicaram que o hipoclorito de sódio usado na assepsia das sementes também tem ação na neutralização do ácido.

**Montagem e condução dos experimentos:** após os tratamentos pré-germinativos, nos dois experimentos, as sementes foram dispostas sobre duas folhas de papel de filtro do tipo germitest umedecidas com 0,5 mL da solução de hipoclorito de sódio (2 a 2,5% de NaClO) para cada 2 L de água, cobertas com mais duas folhas de papel, confeccionando-se rolos. Os rolos foram mantidos em câmaras de germinação do tipo BOD regulada a 25 °C, sob luz branca fluorescente contínua. As leituras foram feitas a cada 7 dias anotando-se o número de sementes germinadas (com protrusão de raiz), de plântulas normais, plântulas anormais danificadas, plântulas anormais infeccionadas e de sementes mortas. Ao final dos experimentos, quando houve a estabilização da germinação das sementes, 49 dias para o primeiro e 42 dias para o segundo, o número de sementes não embebidas e intumescidas também foram contabilizadas.

**Curva de embebição:** 20 sementes de cada uma das seis amostras foram dispostas sobre papel mata borrão previamente umedecido com 0,5 mL da solução comercial de hipoclorito de sódio (2 a 2,5% de NaClO) para 2 L de água. Depois de 10 minutos, o excesso de água foi retirado e as sementes intactas foram distribuídas. As sementes foram pesadas individualmente (massa inicial) em balança analítica com precisão de 0,0001 g, sendo mantidas por 58,5 horas em condições de temperatura ambiente. Em intervalos de 30 minutos as sementes foram pesadas individualmente retirando-se o excesso de água com lenços de papel, e novamente colocada sobre o papel mata borrão. Posteriormente, os intervalos foram de 1 e 12 horas até estabilização do peso, com 58,5 horas após a semeadura para verificar o grau de permeabilidade das sementes de cada amostra e se esta permeabilidade relacionava-se com o grau de dormência das sementes, não medindo o peso das sementes até a protrusão da radícula das sementes. Foi construída uma curva de embebição para cada semente de cada uma das seis amostras, porém foram representados apenas os resultados extremos, relacionando os intervalos de embebição com o percentual de ganho de massa ao longo do período. O ganho em massa das sementes foi calculado por  $\text{ganho de massa (\%)} = [(m_f - m_i) / m_i] / 100$ , em que:  $m_f$  é a massa final (ganho de umidade a cada período de embebição) e  $m_i$ : massa inicial das sementes antes da embebição.

**Normalidades e anormalidades em plântulas:** as plântulas foram analisadas em relação ao desenvolvimento do sistema radicular (raízes primárias e secundárias) e partes aéreas (hipocótilo, epicótilo e cotilédones) e classificadas qualitativamente e quantitativamente como normais e anormais de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), Manual de Desenvolvimento de Plântulas (ISTA, 2006) e classificação morfofuncional, segundo Ressel *et al.* (2004). Por ser uma espécie faneroépígeo-foliácea foram consideradas normais plântulas com cotilédones livres e epicótilos desenvolvidos. Plântulas anormais danificadas foram as que apresentaram qualquer uma das estruturas essenciais ausentes ou danificadas, e anormais infeccionadas apresentaram as estruturas essenciais com fungos que comprometiam seu desenvolvimento.

**Análise estatística:** O modelo de análise de variância para o esquema fatorial foi aplicado após confirmação do atendimento das pressuposições de normalidade dos resíduos por Shapiro-Wilk e de homogeneidade de variâncias por Levene e atendidas

para todas as sementes. Nas análises de normalidade e homogeneidade, o valor da significância utilizada foi 0,01. Os percentuais de germinabilidade, de plântulas normais, de anormais danificadas e infeccionadas, de sementes mortas, não embebidas e intumescidas foram analisados por meio do programa Sisvar, com significância de 0,05.

### 3. Resultados e Discussão

A germinabilidade das sementes de *Bowdichia virgilioides*, sem qualquer tratamento, variou entre amostras coletadas no mesmo ano e em anos distintos (Tabela 2). Sementes das duas amostras de 2009 apresentaram percentuais similares, cerca de 18%, enquanto que as coletadas em 2011 apresentaram percentuais distintos, 80 e 13% (amostras A<sub>4</sub> e A<sub>5</sub>, respectivamente) mostrando que a capacidade de germinação não esteve relacionada com o ano de coleta. A capacidade das sementes recém-coletadas em germinar sem qualquer pré-tratamento revelou que parte das sementes de todas as amostras se encontrava com a dormência superada.

O grau de dormência de sementes de *Bowdichia virgilioides* neste experimento não é um resultado isolado. A germinação das sementes sem tratamento da espécie em outros experimentos variou de 2,1% (ANDRADE *et al.*, 1997) a 21% (SMIDERLE; SOUZA, 2003). Possivelmente, a dormência foi causada por uma ou mais camadas de células impermeáveis à água, situadas no tegumento ou nos envoltórios da semente em geral, tornando o tegumento impermeável (CARDOSO, 2008). As barreiras fornecidas pela camada paliçádica da testa, pela suberização das paredes periclinais externas, pela formação de cutícula e pela presença de compostos fenólicos nas células da testa (CORNER, 1951; QUINLIVAN, 1971; WERKER *et al.*, 1973) também proporcionaram impermeabilidade ao tegumento. A dormência também pode estar relacionada às características morfo-anatômicas do tegumento ou mesmo genéticas da semente (MARCOS FILHO, 2005). Os maiores percentuais de germinabilidade podem ter sido influenciados pelo hilo e pelo tecido sub-hilar. Segundo alguns autores (HYDE, 1954; VILLIERS, 1972; LEOPOLD; KRIEDMANN, 1975; LERSTEN *et al.*, 2002; SOUZA; MARCOS FILHO, 2001) essas estruturas funcionam como uma válvula higroscópica e agem no controle da passagem da água para o desenvolvimento do embrião.

Em relação à eficiência dos tratamentos pré-germinativos, a escarificação com ácido sulfúrico por 3, 5 e 8 minutos aumentou a germinabilidade das sementes das amostras A<sub>1</sub> e A<sub>5</sub> em relação à testemunha, porém foi indiferente para sementes da amostra A<sub>4</sub> (Tabela 2). O picote das sementes na região oposta à micrópila seguido da embebição em água por 24 horas manteve os percentuais de germinabilidade das sementes em relação à testemunha, como ocorrido para ambas as amostras de 2009 (A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub>), mas reduziu a germinabilidade, como registrado para as amostras A<sub>3</sub> e A<sub>4</sub>. A

única exceção ocorreu para as sementes da amostra A<sub>5</sub>, com aumento do percentual em relação à testemunha de 13% para 60,5%.

O desenvolvimento das plântulas foi prejudicado pelo picote, sendo que nenhum percentual de plântulas normais aumentou em relação aos das sementes da testemunha, com exceção da amostra 5, cujas sementes apresentaram-se dormentes. O método foi invasivo para a maioria das sementes, causando embebição mais rápida, matando o embrião. A alta intensidade da dormência das sementes, juntamente com o ano de coleta (A<sub>5</sub>), possibilitou o alto percentual de plântulas normais para o picote, uma vez que o embrião não foi prejudicado. Assim, a dormência não teria sido apenas a tegumentar, mas estabelecida pelo próprio embrião, havendo a dormência embrionária; ou, causada pela presença de substâncias inibidoras dos processos metabólicos, a dormência fisiológica (BEWLEY; BLACK, 1994).

A identificação do ponto de maturidade fisiológica varia na espécie e de acordo com o ambiente de desenvolvimento do indivíduo (LOPES *et al.*, 2005). A época de coleta das sementes pode determinar grandes variações na capacidade germinativa das sementes (OLIVEIRA *et al.*, 1999), assim as sementes coletadas recentemente não teria ainda atingido a maturidade fisiológica para o desenvolvimento da plântula. O picote aumenta a entrada de água. A água tem importante papel na maturação das sementes, ativando também inibidores presentes nas estruturas internas das sementes (MARCOS FILHO, 2005). A maior intensidade da dormência da semente é crucial para a sua sobrevivência quando submetidas às adversidades do ambiente, evitando a germinação sob condições desfavoráveis para o estabelecimento das plântulas (ALBUQUERQUE *et al.*, 2007). Os fatores genéticos também interferem nesta sobrevivência, de tal modo que as sementes reagiram principalmente às temperaturas elevadas e ao estresse hídrico (MARCOS FILHO, 2005).

Resultados diferentes foram encontrados quando sementes foram submetidas a escarificação mecânica com lixa. A escarificação com lixa d'água foi um dos melhores tratamentos no substrato Papel, em relação à pré-embebição em água por 48 horas seguida de imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 5 minutos (ALMEIDA, 2012). A lixa proporcionou índices superiores também em relação às sementes sem tratamento (SMIDERLE; SOUSA, 2003; ALBUQUERQUE *et al.*, 2007; ALMEIDA, 2012). Este tratamento pode ter atingido estruturas mais superficiais, possibilitando o desenvolvimento do embrião, enquanto que o picote das sementes permitiu que partes mais interna das sementes fossem atingidas.

A embebição das sementes por 24 horas em água corrente não aumentou os percentuais de plântulas normais, sendo que, para as sementes da amostra 4, este percentual diminuiu. Acredita-se, assim, que a embebição poderá ser prejudicial para sementes mais recentes o que pode estar relacionado aos déficits de oxigênio. O aumento do teor de água das sementes ativa o metabolismo e aumenta a necessidade de oxigênio. Portanto, as sementes entram geralmente em déficit de oxigênio a partir de certo nível de hidratação (CALVI *et al.*, 2008). A enzima álcool desidrogenase- ADH atua no teor de oxigênio no processo respiratório, removendo substâncias tóxicas das sementes que são produzidas quando as células passam a respirar anaerobicamente. Devido à atuação da enzima (ADH), a impermeabilidade da semente aumenta, o que dificulta a entrada do oxigênio. Diante disso, a impermeabilidade das sementes não poderia ter sido apenas devido às características morfo-anatômicas das suas estruturas, mas também com a atuação desta enzima, o que manteve a impermeabilidade do tegumento.

A maioria das sementes germinadas (germinabilidade) se transformou em plântulas normais, o que aproximou os percentuais de ambas as características para sementes de todas as amostras (Tabela 2). Desta forma, os baixos percentuais de sementes germinadas das amostras A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> e A<sub>5</sub> (17,0; 18,0 e 13% respectivamente), sem qualquer pré-tratamento, foram acompanhados por baixos percentuais de plântulas normais (16,5; 15,5 e 12% respectivamente). Resultados semelhantes ao presente trabalho foram obtidos em outros trabalhos, visto que os baixos percentuais de plântulas normais de 17% acompanharam os baixos percentuais de germinação de 21% obtidos por SMIDERLE; SOUSA (2003), não havendo interferências externas e de patógenos no desenvolvimento do embrião.

Além de promoverem a germinabilidade, os tempos de imersão em ácido sulfúrico, ao superarem a dormência das sementes, estimularam o desenvolvimento de plântulas, aumentando os percentuais de plântulas normais das amostras A<sub>1</sub> e A<sub>5</sub> em relação aos percentuais obtidos na testemunha (Tabela 2). Em contrapartida, os tempos foram indiferentes em promover o aumento de plântulas normais da amostra A<sub>4</sub>, porque parte das sementes se encontrava com a dormência superada. Os baixos percentuais de germinação e de plântulas normais da amostra A<sub>2</sub> não foram devidos à dormência, mas à alta mortalidade de sementes, justificando as similaridades dos percentuais entre os tempos do ácido com o percentual da testemunha.

Tabela 2. Percentuais médios de germinabilidade, plântulas normais e mortalidade de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. obtidos de sementes coletadas nos anos de 2009, 2010 e 2011

Tratamento pré-germinativo <sup>1</sup>	Germinabilidade (%)				
	A <sub>1</sub> -2009	A <sub>2</sub> -2009	A <sub>3</sub> -2010	A <sub>4</sub> -2011	A <sub>5</sub> -2011
Testemunha	17,5 c C	18,0 c CD	62,5 b B	80,0 aA	13,0 c C
Ácido sulfúrico por 8 minutos	68,0 b A	36,0 c ABC	75,5 ab AB	73,0 bcA	89,5 ab A
Ácido sulfúrico por 5 minutos	60,0 b AB	50,5 b A	65,5 b AB	65,5 bA	88,5 a A
Ácido sulfúrico por 3 minutos	45,0 c B	43,5 c AB	81,5 a A	67,0 abA	58,0 bc B
Picote + embebição por 24 h	26,0 b C	13,0 bc D	7,5 c C	19,0 bc B	60,5 a B
Embebição por 24 h	16,5 b C	26,5 b BCD	64,0 a AB	64,5 aA	17,5 b C
Pressuposições <sup>2</sup>	<b>W=0,991; F=1,403</b>				
Tratamento pré-germinativo <sup>1</sup>	Plântulas normais (%)				
	A <sub>1</sub> -2009	A <sub>2</sub> -2009	A <sub>3</sub> -2010	A <sub>4</sub> -2011	A <sub>5</sub> -2011
Testemunha	16,5 b C	15,5 b BC	61,0 a A	76,0 a A	12,0 b C
Ácido sulfúrico por 8 minutos	65,0 b A	32,0 c AB	73,5 ab A	66,5 b AB	86,5 a A
Ácido sulfúrico por 5 minutos	56,5 bc AB	42,5 c A	63,0 b A	59,0 bc AB	83,5a A
Ácido sulfúrico por 3 minutos	42,5 c B	40,0 c A	76,0 a A	61,0 ab AB	54,5 bc B
Picote + embebição por 24 h	20,0 b C	7,5 b C	7,0b B	15,0 b C	57,0 a B
Embebição por 24 h	14,5 b C	20,5 b BC	62,5 a A	56,5 a B	16,0 b C
Pressuposições <sup>2</sup>	<b>W=0,992; F=1,644</b>				
Tratamento pré germinativo <sup>1</sup>	Sementes mortas (%)				
	A <sub>1</sub> -2009	A <sub>2</sub> -2009	A <sub>3</sub> -2010	A <sub>4</sub> -2011	A <sub>5</sub> -2011
Testemunha	23,5 bc A	49,5 d B	35,0 cd A	15,0 ab A	2,0 a A
Ácido sulfúrico por 8 minutos	30,0 b A	59,0 c B	24,5 ab A	27,0 b A	10,5 a A
Ácido sulfúrico por 5 minutos	34,0 b A	49,5 b B	34,5 b A	34,5 b A	8,0 a A
Ácido sulfúrico por 3 minutos	38,5 cd A	53,0 d B	18,5 ab A	29,5 bc A	11,5 a A
Picote + embebição por 24 h	74,0 b B	87,0 bc C	92,5 c B	81,0 bc B	39,5 a B
Embebição por 24 h	24,5 b A	32,0 b AB	29,0 b A	35,5 b A	1,0 a A
Pressuposições <sup>2</sup>	<b>W=0,984; F=1,622</b>				

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; <sup>2</sup>F e W: valores em negrito indicam variâncias homogêneas e resíduos com distribuição normal, respectivamente, ambos a 0,01 de significância.

O picote das sementes na região oposta à micrópila seguido da embebição em água por 24 horas favoreceu a formação de plântulas normais apenas das sementes da amostra A<sub>5</sub>, ultrapassando os percentuais da testemunha, porém não atingindo os percentuais obtidos com o ácido sulfúrico nos tempos de 5 e 8 minutos (Tabela 2).

A embebição das sementes por 24 horas antes da semeadura foi um método indiferente para a germinabilidade, formação de plântulas normais (Tabela 2). Vários trabalhos propuseram tratamentos para a superação da dormência das sementes de sucupira-preta, contudo os métodos não avaliaram efetivamente se os tratamentos afetaram o desenvolvimento das plântulas. Há apenas registros de redução nos percentuais de plântulas normais em relação às sementes germinadas após serem

submetidas ao ácido sulfúrico, a escarificação mecânica com lixa e embebição seguida do tratamento com o ácido sulfúrico (ANDRADE *et al.*, 1997; SMIDERLE; SOUSA, 2003; ALMEIDA, 2012).

Sementes da amostra A<sub>5</sub> de 2011 submetidas ao ácido sulfúrico por 8 minutos atingiram 89,5% de germinação em comparação as 13% na testemunha, sendo a amostra com o maior percentual de germinação. Em contrapartida, a amostra A<sub>2</sub> de 2009 apresentou os menores percentuais de germinação, 36%, neste mesmo (Tabela 2).

As plântulas normais de *Bowdichia virgilioides* apresentaram suas estruturas essenciais e desenvolvimento pleno, sendo uma característica das plântulas o espessamento na região do colo (Figura 2).

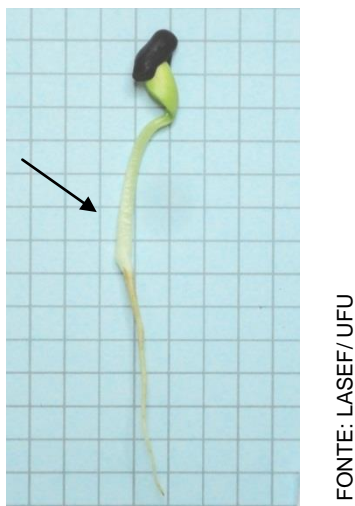


Figura 2. Plântula normal de *Bowdichia virgilioides* Kunth. com suas estruturas essenciais como hipocótilo desenvolvido, cotilédones foliáceos e expostos.

A mortalidade das sementes sem tratamento não esteve relacionada com a intensidade da dormência das sementes, nem com os anos de coleta. Baixa mortalidade de sementes (entre 1 a 10%) de anos distintos também foi encontrada anteriormente (ALBUQUERQUE *et al.*, 2007). Sementes de *Bowdichia virgilioides* atingiram alta mortalidade, mesmo quando não submetidas a tratamentos pré-germinativos (Tabela 2), chegando a 92,5% quando picotadas na região oposta à micrópila e embebidas por 24 horas. Os menores percentuais de sementes mortas foram obtidos para a amostra A<sub>5</sub>, em contraste com as da amostra A<sub>2</sub> com percentuais próximos de 50% na testemunha.

Os percentuais de plântulas anormais danificadas e infeccionadas não ultrapassaram 6,5%; não havendo diferenças dos percentuais de ambas as características

em relação aos percentuais obtidos nos tratamentos pré-germinativos, revelando que os mesmos não foram fonte de infecção e tampouco de danos às plântulas (Tabela 3). Quanto às diferenças entre amostras, apenas a amostra A<sub>4</sub> apresentou plântulas mais danificadas em relação às das amostras A<sub>1</sub>, A<sub>3</sub> e A<sub>5</sub>, porém não atingiu 5%. O percentual de plântulas infeccionadas, apesar de não nulo, não diferiu entre amostras.

As sementes de *Bowdichia virgilioides* possuem comportamento ortodoxo e dormência tegumentar, oferecendo proteção ao embrião contra injúrias e ataques de fungos e doenças, consequentemente regula a troca de gases e absorção de água entre o embrião e o ambiente em que a semente se encontra (MARCOS FILHO, 2005). Esta proteção do tegumento foi verificada na relação entre os percentuais de germinabilidade, de plântulas normais e nos percentuais de plântulas anormais danificadas e infeccionadas. Devido aos baixos percentuais de danos, as anormalidades das sementes podem estar relacionadas às formações congênitas e à imaturidade fisiológica; enquanto a infecção por patógenos, mesmo que reduzida para esta espécie, pode ter causado a deterioração das sementes. Baixos percentuais de plântulas anormais de sementes sem tratamento também foram encontrados em Andrade *et al.* (1997).

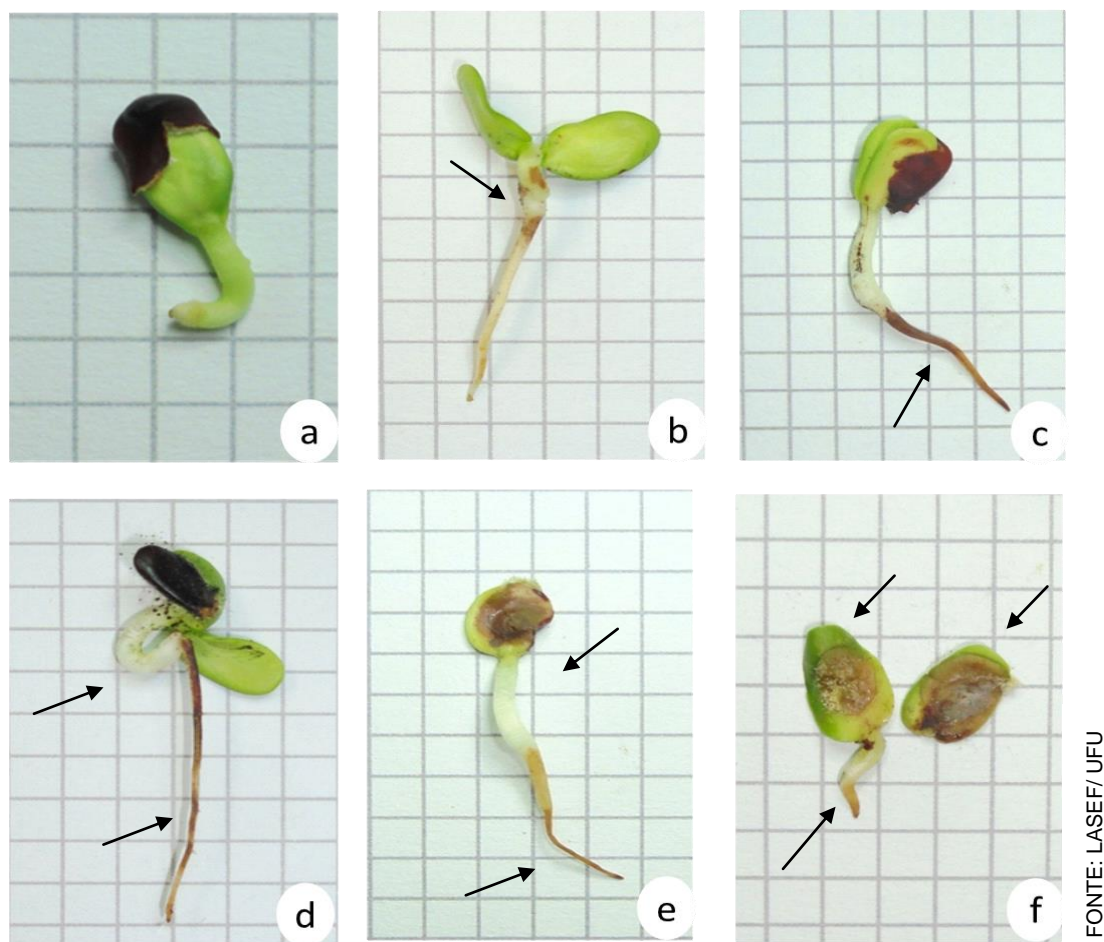
A neutralização com o carbonato de cálcio não interferiu na ação do ácido, uma vez que trabalhos que utilizaram o ácido sem o carbonato obtiveram resultados semelhantes ao trabalho atual (ANDRADE *et al.*, 1997; SAMPAIO *et al.*, 2001; SMIDERLE; SOUSA, 2003; ALBUQUERQUE; GUIMARÃES, 2008; GONÇALVES *et al.*, 2008). Os baixos percentuais de plântulas anormais danificadas e infeccionadas podem ter sido também devido ao método realizado antes da montagem do experimento, pois todas as sementes, incluindo a testemunha, foram lavadas com hipoclorito de sódio. O hipoclorito é uma substância que mata os microrganismos aeróbicos e os esporos dos fungos, que são, geralmente, os maiores responsáveis pelas contaminações (ALVAREZ-PARDO *et al.*, 2006).

Tabela 3. Percentuais médios de plântulas anormais danificadas e infeccionadas de *Bowdichia virgilioides* Kunth. obtidos de sementes coletadas nos anos de 2009, 2010 e 2011

Tratamento pré-germinativo <sup>1</sup>	Plântulas anormais danificadas (%)					média
	A <sub>1</sub> -2009	A <sub>2</sub> -2009	A <sub>3</sub> -2010	A <sub>4</sub> -2011	A <sub>5</sub> -2011	
Testemunha	0,5	2,0	1,5	2,0	1,0	1,4 A
Ácido sulfúrico por 8 minutos	0,0	1,5	1,5	4,5	1,0	1,7 A
Ácido sulfúrico por 5 minutos	1,0	4,0	2,0	6,5	3,5	3,4 A
Ácido sulfúrico por 3 minutos	1,5	2,0	4,5	5,0	2,0	3,0 A
Picote+embebição por 24 h	5,5	4,5	0,0	3,0	0,0	2,6 A
Embebição por 24 h	1,5	5,5	0,5	5,5	1,0	2,8 A
Média	1,66 a	3,25 ab	1,66 a	4,41 b	1,41 a	
Pressuposições <sup>2</sup>	W= <b>0,932</b> ; F=3,332					
Tratamento pré-germinativo <sup>1</sup>	Plântulas anormais infeccionadas (%)					Média
	A <sub>1</sub> -2009	A <sub>2</sub> -2009	A <sub>3</sub> -2010	A <sub>4</sub> -2011	A <sub>5</sub> -2011	
Testemunha	0,5	0,5	0,0	2,0	0,0	0,6 A
Ácido sulfúrico por 8 minutos	3,0	2,5	0,5	2,0	2,0	2,0 A
Ácido sulfúrico por 5 minutos	2,5	4,0	0,5	0,0	2,0	1,7 A
Ácido sulfúrico por 3 minutos	1,0	1,5	1,0	1,0	1,5	1,2 A
Picote+embebição por 24 h	0,5	1,0	0,5	1,0	3,5	1,3 A
Embebição por 24 h	0,5	0,5	1,0	2,5	0,5	1,0A
Média	1,33 a	1,66 a	0,58 a	1,41 a	1,50 a	
Pressuposições <sup>2</sup>	W= <b>0,933</b> ; F=3,975					

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; <sup>2</sup>F e W: valores em negrito indicam variâncias homogêneas e resíduos com distribuição normal, respectivamente, ambos a 0,01 de significância.

Das poucas anormalidades encontradas em plântulas de *Bowdichia virgilioides*, as principais foram a ausência de sistema radicular (Figura 3a), danos no hipocótilo que atingiram os tecidos condutores (Figura 3b) ou mesmo espessados (Figura 3d). Apesar dos baixos percentuais de plântulas infeccionadas, foram observadas plântulas com raiz primária infeccionada (Figuras 3c,d,e,f), além dos cotilédones (Figura 3e,f).



FONTE: LASEF/UFU

Figura 3. Anormalidades em plântulas de *Bowdichia virgilioides* Kunth. coletadas nos anos de 2009, 2010 e 2011. a. Ausência de sistema radicular; b. Danos no hipocótilo; c. Plântulas com raiz primária infeccionada; d. Hipocótilos espessados e raiz primária infeccionada; e. Raiz primária e cotilédones infeccionados.; f. Raiz primária infeccionados, e cotilédones infeccionados.

Ao final deste experimento, foi possível constatar os baixos percentuais de sementes não embebidas após a escarificação com ácido sulfúrico, principalmente nos tempos de 5 e 8 minutos, indicando a eficiência do tratamento em permitir a embebição da semente (Tabela 4). Contudo, a ausência de sementes não embebidas, quando picotadas, não foi indicativa de sua eficiência uma vez que esse tratamento causou a morte das sementes (Tabela 1). Os percentuais de sementes não embebidas ao final do experimento, atingindo cerca de 50%, para sementes previamente embebidas por 24 horas, mostraram a ineficiência do método na superação da dormência.

Tabela 4. Percentuais médios de sementes não embebidas de *Bowdichia virgilioides* Kunth. coletadas nos anos de 2009, 2010 e 2011

Tratamentos pré-germinativos <sup>1</sup>	Sementes não embebidas (%)				
	A <sub>1</sub> -2009	A <sub>2</sub> -2009	A <sub>3</sub> -2010	A <sub>4</sub> -2011	A <sub>5</sub> -2011
Testemunha	36,2 c C	18,9 b B	1,4 a A	2,8 a A	59,1 d C
Ácido sulfúrico por 8 minutos	1,1 aA	2,8 a A	0,0 a A	0,0 a A	0,0 a A
Ácido sulfúrico por 5 minutos	3,4 a AB	0,0 a A	0,0 a A	0,0 a A	2,0 a A
Ácido sulfúrico por 3 minutos	9,5 b B	2,0 a A	0,0 a A	2,0 a A	17,8 c B
Picote+ embebição por 24 h	0,0 a A	0,0 a A	0,0 a A	0,0 a A	0,0 a A
Embebição por 24 h	36,2 c C	24,8 b B	4,0 a A	0,0 a A	54,7 d C
Pressuposições <sup>2</sup>	<b>W=0,858; F=5,689</b>				

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; <sup>2</sup>F e W: valores em negrito indicam variâncias homogêneas e resíduos com distribuição normal, respectivamente, ambos a 0,01 de significância.

Entre a escarificação com ácido sulfúrico por 8 minutos, selecionado do primeiro experimento, e o tratamento térmico a 90 °C, o ácido aumentou os percentuais de germinação e de plântulas normais da amostra de 2009 (A<sub>1</sub>) em relação ao tratamento térmico, porém foram indiferentes entre si para as demais amostras (Tabela 5). Aumentos de germinabilidade e percentuais de plântulas normais com ambos os tratamentos em relação à testemunha foram alcançados para as amostras A<sub>1</sub>-2009 e A<sub>5</sub>-2011 e para o tratamento térmico para a amostra A<sub>6</sub>-2012. Alguns resultados demonstraram que a escarificação com o ácido sulfúrico foi o tratamento mais eficiente para romper o tegumento das sementes de sucupira-preta, sendo que os melhores tempos variaram de 4 a 12 minutos (ANDRADE *et al.*, 1997; SAMPAIO *et al.*, 2001; SMIDERLE; SOUSA, 2003; ALBUQUERQUE *et al.*, 2007; ALBUQUERQUE; GUIMARÃES, 2008; GONÇALVES *et al.*, 2008). A ação do ácido sulfúrico no amolecimento do tegumento das sementes parece ser resultante da exposição das camadas paliçádicas da testa, paredes externas suberizadas e/ou da remoção da cutícula (SANTARÉM; ÁQUILA, 1995). No entanto, uma semente com testa rígida não significa uma testa impermeável, pois a testa das sementes, mesmo após o tratamento com o ácido, não alterou sua dureza, e ainda assim ocorreram percentuais altos de germinação.

Houve redução de germinabilidade e percentuais de plântulas normais para sementes de A<sub>4</sub>-2011, amostra com maior número de sementes não dormentes quando submetidas ao tratamento térmico a 90 °C, e foram indiferentes para sementes da amostra A<sub>3</sub>-2010 (Tabela 5). Os maiores valores dos percentuais de plântulas anormais

obtidos em outro experimento realizado foram com a água quente a 100°C pelo tempo de 1 e 2 minutos. Essa alta temperatura pode ter afetado o embrião, e, conseqüentemente, o seu desenvolvimento (ALBUQUERQUE *et al.*, 2007). Além disso, foi constatado que o tratamento térmico não foi benéfico para a germinabilidade das sementes, obtendo menores percentuais de germinação a 80 e 100 °C, nos tempos de 1 a 10 minutos (ANDRADE *et al.*, 1997; ALBUQUERQUE *et al.*, 2007). Entretanto, não foi a alta temperatura da água que danificou as sementes, mas sim o tempo em que as sementes permaneceram em imersão na água aquecida, pois em outro trabalho realizado, constatou-se que a imersão das sementes em água a 100 °C por 10 segundos, com ou sem posterior utilização do hipoclorito de sódio alcançou excelentes percentuais de germinação (SMIDERLE; SCHWENGBER, 2011). O aumento da temperatura e do tempo pode modificar a estabilidade das membranas celulares (TAIZ; ZEIGER, 2004), afetando diferentes processos metabólicos, em especial a fotossíntese e a respiração celular (LEITE *et al.*, 2005).

Os percentuais de germinação variando entre 10 e 81%, na testemunha, revelaram as intensidades distintas de dormência de sementes de *Bowdichia virgilioides* independente dos anos de coleta observadas no primeiro experimento.

A mortalidade das sementes de *Bowdichia virgilioides*, quando não se manteve em relação à testemunha, foi maior para sementes submetidas ao tratamento térmico como observado para as amostras A<sub>1</sub>-2009 e A<sub>4</sub>-2011 (Tabela 5). De modo similar ao primeiro experimento, a maioria das sementes germinadas transformou-se em plântulas normais, com os percentuais próximos entre as duas características (germinabilidade e plântulas normais) de todas as amostras (Tabela 5). A baixa germinabilidade das sementes da testemunha das amostras A<sub>1</sub> e A<sub>6</sub> foram acompanhadas por baixos percentuais de plântulas normais (10 e 12%, respectivamente).

Tabela 5. Percentuais médios de germinabilidade, plântulas normais e mortalidade de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. obtidos de sementes coletadas nos anos de 2009, 2010, 2011 e 2012

Tratamentos pré-germinativos <sup>1</sup>	Germinabilidade (%)				
	A <sub>1</sub> -2009	A <sub>3</sub> -2010	A <sub>4</sub> -2011	A <sub>5</sub> -2011	A <sub>6</sub> -2012
Testemunha	10,0 bC	57,0 abA	81,0 aA	43,0 bB	12,0 bB
Ácido sulfúrico por 8 minutos	78,0 aA	72,0 aA	65,0 aAB	80,0 aA	38,0 bAB
Tratamento térmico a 90°C	54,0 bB	64,0 bA	52,0 bB	91,0 aA	53,0bA
Pressuposições <sup>2</sup>	<b>W=0,946; F=2,129</b>				
Tratamentos pré-germinativos <sup>1</sup>	Plântulas normais (%)				
	A <sub>1</sub> -2009	A <sub>3</sub> -2010	A <sub>4</sub> -2011	A <sub>5</sub> -2011	A <sub>6</sub> -2012
Testemunha	10,0 cC	49,0 abA	70,0 aA	41,0 bB	12,0 cB
Ácido sulfúrico por 8 minutos	72,0 aA	64,0 aA	57,0 abAB	77,0 aA	34,0 bAB
Tratamento térmico a 90°C	46,0 bB	56,0 bA	47,0 bB	84,0 aA	46,0 bA
Pressuposições <sup>2</sup>	<b>W=0,957; F=2,423</b>				
Tratamentos pré-germinativos <sup>1</sup>	Sementes mortas (%)				
	A <sub>1</sub> -2009	A <sub>3</sub> -2010	A <sub>4</sub> -2011	A <sub>5</sub> -2011	A <sub>6</sub> -2012
Testemunha	25,0 bcA	34,0 cA	19,0 abcA	1,0 aA	10,0 bA
Ácido sulfúrico por 8 minutos	22,0 abA	28,0 abA	35,0 bAB	8,0 aA	10,0 aA
Tratamento térmico a 90°C	46,0 bB	36,0 bA	48,0 bB	9,0 aA	3,0 aA
Pressuposições <sup>2</sup>	<b>W=0,924; F=4,867</b>				

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; <sup>2</sup>F e W: valores em negrito indicam variâncias homogêneas e resíduos com distribuição normal, respectivamente, ambos a 0,01 de significância.

Os percentuais de plântulas anormais danificadas e infeccionadas não variaram entre amostras, nem mesmo entre tratamentos pré-germinativos, confirmando que os tratamentos não causaram danos às plântulas, nem foram fontes de infecção (Tabela 6). A temperatura a 25°C foi ideal para o desenvolvimento das plântulas, diminuindo os danos. Albuquerque e Guimarães (2007) confirmaram que tanto na temperatura de 25°C como em temperaturas de 20-30°C alternados ocorre aumento dos percentuais de germinação quando comparadas à temperatura de 35°C.

Os altos percentuais de sementes não embebidas ao final do teste da amostra A<sub>6</sub>-2012 mostraram que, para esta amostra, a dormência estava totalmente instalada, em contraste com as sementes da amostra A<sub>4</sub> que, mesmo sem qualquer pré-tratamento, não apresentou sementes não embebidas ao final do teste.

Tabela 6. Percentuais médios de plântulas anormais danificadas e infeccionadas e de sementes não embebidas de *Bowdichia virgilioides* Kunth. obtidos de sementes coletadas nos anos de 2009, 2010, 2011 e 2012

Tratamentos pré-germinativos <sup>1</sup>	Plântulas anormais danificadas (%)					média
	A <sub>1</sub> -2009	A <sub>3</sub> -2010	A <sub>4</sub> -2011	A <sub>5</sub> -2011	A <sub>6</sub> -2012	
Testemunha	0,0	5,0	6,0	1,0	0,0	2,0 A
Ácido sulfúrico por 8 minutos	2,0	4,0	4,0	1,0	1,0	2,4 A
Tratamento térmico a 90°C	7,0	5,0	1,0	0,0	2,0	3,0 A
Média	3,0 a	4,0 a	3,66 a	0,66 a	1,0 a	
Pressuposições <sup>2</sup>	W=0,643; F=6,938					
Tratamentos pré-germinativos <sup>1</sup>	Plântulas anormais infeccionadas (%)					média
	A <sub>1</sub> -2009	A <sub>3</sub> -2010	A <sub>4</sub> -2011	A <sub>5</sub> -2011	A <sub>6</sub> -2012	
Testemunha	0,0	5,0	5,0	1,0	0,0	2,2 A
Ácido sulfúrico por 8 minutos	4,0	4,0	4,0	12,0	3,0	5,4 A
Tratamento térmico a 90°C	1,0	3,0	4,0	7,0	5,0	4,0 A
Média	1,66a	4,0a	4,33a	6,66a	2,66a	
Pressuposições <sup>2</sup>	W=0,722; F=2,280					
Tratamentos pré-germinativos <sup>1</sup>	Sementes não embebidas (%)					média
	A <sub>1</sub> -2009	A <sub>3</sub> -2010	A <sub>4</sub> -2011	A <sub>5</sub> -2011	A <sub>6</sub> -2012	
Testemunha	65,0 bcB	9,0 aA	0,0 aA	56,0 bB	78,0 cB	
Ácido sulfúrico por 8 minutos	0,0 aA	0,0 aA	0,0 aA	12,0 aA	52,0 bA	
Tratamento térmico a 90°C	0,0 aA	0,0 aA	0,0 aA	0,0 aA	44,0 bA	
Pressuposições <sup>2</sup>	W=0,730; F=10,275					

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; <sup>2</sup>F e W: valores em negrito indicam variâncias homogêneas e resíduos com distribuição normal, respectivamente, ambos a 0,01 de significância.

O ácido sulfúrico no tempo de 8 minutos, quando não aumentou a germinabilidade e o desenvolvimento das plântulas, não prejudicou o seu desenvolvimento. A ação do ácido no presente trabalho atingiu o tegumento, mas não prejudicou o desenvolvimento das plântulas aumentando os percentuais de plântulas normais para aquelas sementes com graus de dormências maiores (amostras 1, 2 e 5), nos tempos de 5 e 8 minutos. Em contrapartida, em sementes com menor grau de dormência, o ácido não interferiu no desenvolvimento do embrião, mantendo os seus percentuais em relação aos da testemunha. Diante do observado, afirma-se que a escarificação química propicia a degradação do tegumento e o aumento do período de imersão, causando a ruptura de células essenciais, favorecendo as injúrias mecânicas e a invasão de fungos. No entanto, estas injúrias e a presença de fungos não foram predominantes para as sementes de *Bowdichia virgilioides*. Além disso, o ácido nos tempos de 8 e 5 minutos não alterou a dureza das sementes, mantendo o tegumento e consequentemente as partes internas das sementes. Em outros trabalhos verificou-se a eficiência do ácido sulfúrico na avaliação da altura da planta, espessura do colo, o peso verde e o peso seco, atingindo as suas maiores medidas com a submissão das sementes

ao tratamento com ácido nos tempos de 5 a 11 minutos (SAMPAIO *et al.*, 2001; ALMEIDA, 2012). Em outro experimento, poucas sementes tratadas com o ácido por 10 minutos que germinaram desenvolveram-se em plântulas. O tempo de 5 minutos foi mais eficiente, apesar de parte das sementes germinadas não se transformarem em plântulas (SMIDERLE; SOUSA, 2003), devendo-se, assim, ao seu grau de dormência ou a sua mortalidade.

O pior resultado foi o tratamento com o picote (Tabela 1). Em consequência do picote, a água pode ter penetrado mais rapidamente, e as sementes de *Bowdichia virgilioides* não toleraram esta embebição mais rápida. Este fato foi observado em sementes de *Parkia pendula* BENTH ex WALP, uma espécie também dormente e não tolerante à rápida embebição. Foi constatado neste trabalho que o melhor resultado foi a submersão das sementes durante 4 h em água a 15 °C (com embebição parcial de 20%), seguida do dessecamento lento em sala com ventilação. Entretanto, quando esse período foi prolongado, a germinação foi reduzida. Em contrapartida, sementes de *Astrocaryum aculeatum* Meyer, uma espécie também dormente, apresentou alta tolerância à embebição (FERREIRA; GENTIL, 2006).

A embebição das sementes por 24 horas antes da semeadura foi um método indiferente para a germinabilidade, formação de plântulas normais para a maioria das amostras, e não ocasionou a mortalidade das sementes (Tabela 1). Estudos com a enzima álcool desidrogenase- ADH em *Bowdichia virgilioides* abordaram a relação desta enzima com a impermeabilidade da semente, sendo que esta enzima pode estar ativa com 72 horas de embebição (ALBUQUERQUE *et al.*, 2009), podendo aumentar a impermeabilidade das sementes neste período. A hidratação pode relacionar-se com a germinação das sementes, como demonstrado em experimento realizado com *Parkia multifuga*, havendo a redução na germinação quando a pré-embebição alcançou um teor de água de 44,7%. Este resultado foi correlacionado com um possível déficit de oxigênio mesmo com o metabolismo reduzido pela temperatura de 15 °C (VARGAS, 2005).

Diante disso, a eficiência dos métodos diferiu para todos os tratamentos. Alguns autores relataram que espécies com ampla distribuição geográfica respondem diferentemente aos tratamentos utilizados, devido aos efeitos da adaptação e à origem (SCHATRAL; FOX, 1994; ALLEN; MEYER, 1998).

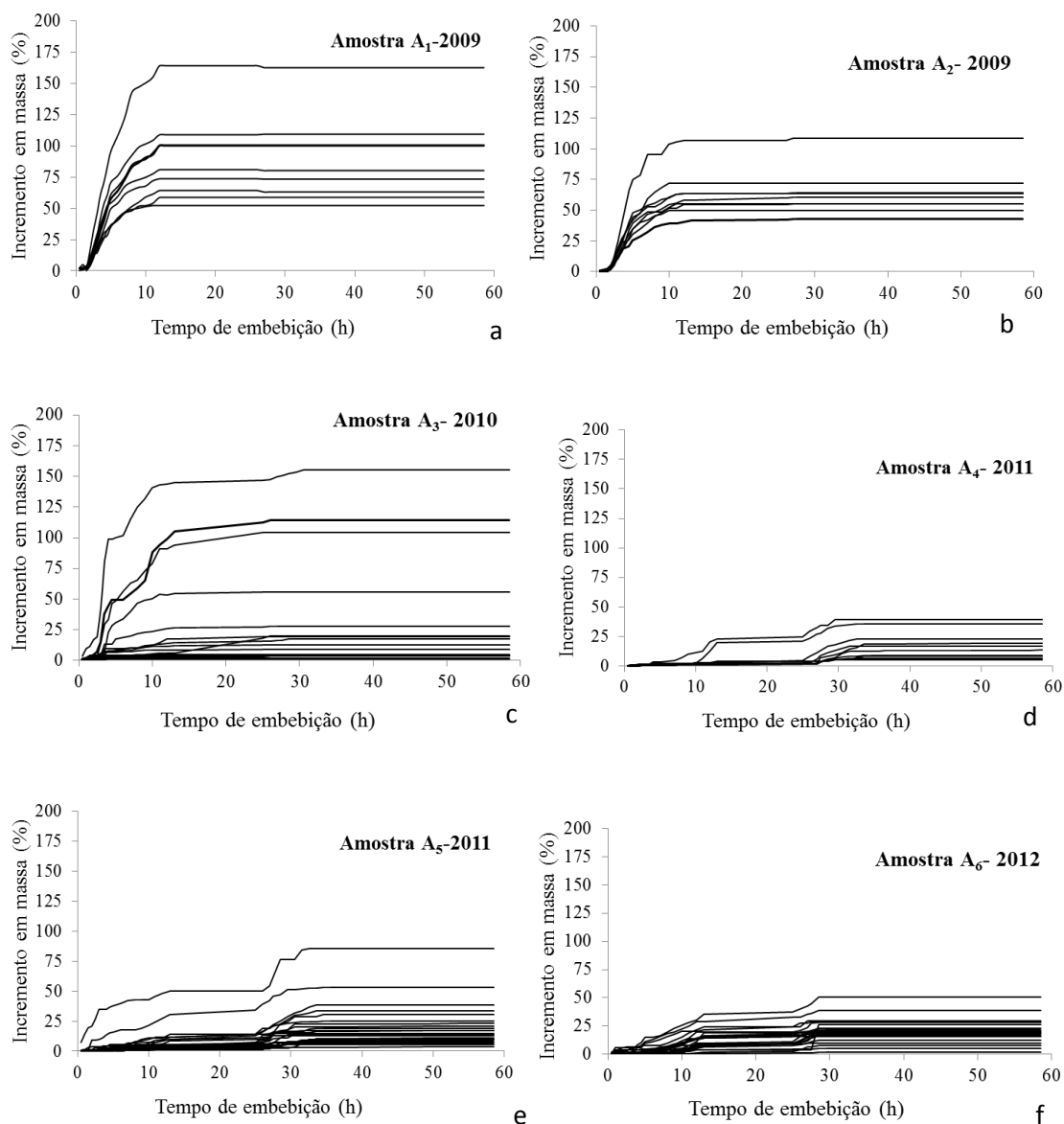


Figura 4. Incremento em massa de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. coletadas nos anos de 2009, 2010 e 2011. a. Sementes da amostra A<sub>1</sub>; b. Sementes da amostra A<sub>2</sub>; c. Sementes da amostra A<sub>3</sub>; d. Sementes da amostra A<sub>4</sub>; e. Sementes da amostra A<sub>5</sub>; f. Sementes da amostra A<sub>6</sub>.

Curvas bifásicas foram formadas para as sementes das amostras, não havendo a formação da curva trifásica para o período de até 58,5 horas (Figura 4). A primeira etapa de embebição foi demonstrada na primeira fase da curva, sendo um processo rápido de absorção de água com os primeiros sinais da reativação do metabolismo, o aumento da atividade respiratória, a ativação de enzimas e a síntese de proteínas a partir do RNA-m armazenado ao final do processo de maturação (MARCOS FILHO, 2005).

A segunda etapa foi a fase estacionária de absorção. Nesta etapa mantém-se o nível de hidratação do final da primeira etapa e ocorre o transporte ativo de substâncias degradadas para formação de tecidos (BORGES; RENA, 1993). A terceira fase caracteriza-se pelo incremento de massa seguida pela protrusão radicular devida à divisão e expansão celular e assimilação de reservas (BORGES; RENA, 1993; BEWLEY; BLACK, 1994).

Nas curvas de embebição de *Bowdichia virgilioides* não houve novo incremento de massa seguida da protrusão da radícula, não passando pela terceira fase. Sementes dormentes e escarificadas de *Cassia grandis* e *Caesalpineia ferrea* (Fabaceae) apresentaram pequeno aumento de massa durante a embebição num período de 8 horas e a curva manteve-se bifásica (LOPES *et al.*, 1998). A curva de embebição de sementes de *Acacia mangium* sem tratamento estabilizou-se com 12 dias, mantendo-se bifásica (SMIDERLE *et al.*, 2005). A curva das sementes não dormentes de *Eremanthus erythropappus* (DC.), seguiu o padrão trifásico. As curvas desta espécie apresentaram rápida embebição na fase I, que ocorreu de 0 a 6 horas para as três condições testadas, quando as sementes atingiram aproximadamente 35% de água. A fase II da embebição prolongou-se até 72 horas. A partir de aproximadamente 72 horas, iniciou-se a fase III de embebição (TONETTI *et al.*, 2006).

Nesse experimento, as curvas para cada semente dentro de uma mesma amostra possuíram incrementos de massas diferentes, como na primeira amostra de 2009 que variou de 50 a 175%. As sementes da amostra A<sub>3</sub>-2010 demonstraram amplitude de variação maior no incremento de massa, entre 5% a 150%. Além das variações existentes no incremento de massa entre as sementes de uma mesma amostra, as sementes com maior incremento tiveram menor tempo para estabilização da curva (A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub> de 2009; A<sub>3</sub>-2010). Para as sementes das demais amostras, a primeira fase foi marcada por novo patamar de incremento com até 10 horas de embebição, até a estabilização da curva. Entre as amostras, o incremento de massa da amostra A<sub>3</sub> para uma das sementes atingiu 150%, enquanto para a amostra A<sub>4</sub>, algumas não ultrapassaram 50% em menos de 60 horas de embebição. Além disso, as sementes de coletas mais recentes (A<sub>4</sub> e A<sub>5</sub>-2011; A<sub>6</sub>- 2012) tiveram menor incremento de massa.

As curvas de embebição das amostras A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub> que tiveram maior incremento de massa (Figuras 4a, 4b e 4c), também apresentaram maior mortalidade (Tabela 2). No entanto, não foi possível identificar as sementes mortas nas curvas de embebição, pois mesmo estas passam pela fase de embebição. As fases da embebição podem estar

relacionadas com a ativação do metabolismo que ocorre em degraus, com níveis críticos de hidratação nos diversos caminhos metabólicos (OBROUCHEVA, 1997), sendo que os níveis de hidratação das sementes dependem somente de forças físicas e, dessa forma, podem também ser alcançados por sementes mortas (PINEDO; FERRAZ, 2008).

Sementes que não apresentaram dormência, devido a sua alta germinabilidade e baixo percentual de sementes não embebidas, como as amostras A<sub>3</sub> e A<sub>4</sub> (Tabelas 2 e 3), tiveram comportamentos diferentes nos incrementos de massa, sendo que a A<sub>3</sub> teve maior incremento de massa do que a amostra A<sub>4</sub>. Desta forma, o incremento de massa não tem relação com a dormência das sementes, e poderia ter influência genética e do ambiente em que foram coletadas. A dormência não é superada apenas com o aumento do incremento de massa, outros fatores são cruciais, como a composição química e a permeabilidade do tegumento, que também influenciaram o tempo de embebição. A composição química das sementes é definida geneticamente, podendo ser influenciada, até certo ponto, pelas condições ambientais (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989; BEWLEY; BLACK, 1994).

A impermeabilidade do tegumento, uma característica de *B. virgilioides*, é determinada pela deposição de substâncias como suberina, lignina, cutina e mucilagens, na testa ou pericarpo, sendo este o mecanismo de dormência mais comum entre as espécies da família Fabaceae (BEWLEY; BLACK, 1994). No entanto, sementes consideradas com menor grau de dormência apresentaram-se menos permeáveis nas curvas de embebição (Figura 4d). Estas sementes não precisariam de um incremento de massa maior para a sua germinação quando comparadas com as sementes das demais amostras, sendo que a dormência não estaria apenas no tegumento, mas nas estruturas internas e na ativação do metabolismo. Diante disso, *B. virgilioides* poderia não apresentar apenas dormência tegumentar, mas também fisiológica. A dormência fisiológica é regulada basicamente em níveis metabólico e gênico, sendo que nesta dormência operam diferentes mecanismos associados tanto ao embrião como também aos tecidos e estruturas adjacentes, tais como o endosperma (CARDOSO, 2008).

#### 4. Conclusões

A eficiência dos métodos pré-germinativos depende da intensidade da dormência de sementes de *Bowdichia virgilioides*;

Entre os métodos, sementes submetidas ao ácido sulfúrico no tempo de 8 minutos é o procedimento mais indicado para a germinação de sementes da espécie e para a formação de plântulas normais;

O picote seguido de embebição por 24 horas causa mortalidade das sementes da espécie, devido à baixa tolerância a embebição rápida;

Os percentuais reduzidos de plântulas anormais infeccionadas são devidos à assepsia com hipoclorito de sódio antes da semeadura;

As sementes apresentam permeabilidade do tegumento variável numa amostra e entre as amostras com a mesma dormência, pois há variação do incremento de massa.

## 5. Referências bibliográficas

ALBUQUERQUE, K. S.; GUIMARÃES, R. M. Comportamento fisiológico de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* KUNTH.) sob diferentes temperaturas e condições de luz. **Cerne**, Lavras, v.13, n.1, p. 64-70, 2007.

ALBUQUERQUE, K. S.; GUIMARÃES, R. M. Avaliação da qualidade de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* KUNTH.) pelo teste de raios X. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.6, p.1713-1718, 2008.

ALBUQUERQUE, K. S.; GUIMARÃES, R. M.; ALMEIDA, I. F.; CLEMENTE, A. C. S. Métodos para a superação da dormência em sementes de sucupira preta (*Bowdichia virgilioides* KUNTH.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p. 1716-1721, 2007.

ALBUQUERQUE, K. S.; GUIMARÃES, R. M.; ALMEIDA, I. F.; CLEMENTE, A. C. S. Alterações fisiológicas e bioquímicas durante a embebição de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 31, n. 1, p.012-019, 2009.

ALLEN; P. S.; MEYER, S. E. Ecological aspects of seed dormancy loss, **Seed Science Research**. Cambridge, v.8, n. 2, p.183-191, 1998.

ALMEIDA, J. O. **Germinação e crescimento de mudas de sucupira - preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.)**. Diamantina. 2012. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

ALVAREZ-PARDO, V.M.; FERREIRA, A.G.; NUNES, V.F. Seed disinfestation methods for *in vitro* cultivation of epiphyte orchids from Southern Brazil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.2, p.217-220, 2006.

ANDRADE, A. C. S.; LOUREIRO, M. B.; SOUZA, A. D. O.; RAMOS, F. N. Quebra de dormência de sementes de sucupira-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.5, p.465-469, 1997.

ARAÚJO, A. V.; SALES, N. L. P.; FERREIRA, I. C. P. V.; BRANDÃO JÚNIOR, D.; MARTINS, E. R.. Germinação, vigor e sanidade de sementes de fava d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.) obtidas de frutos coletados no solo e na planta. **Revista Brasileira Plantas Medicinai**s, Botucatu, v.11, n.2, p.170-175, 2009.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum, 1994. 460 p.

BORGES, E. F. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PINÃO-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B, **Sementes florestais tropicais**, Brasília: ABRATES, p. 83-135, 1993.

BRANDÃO, M.; FERREIRA, P.B.D. Flora apícola do cerrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.15, n.168, p.4-8, 1991.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Brasília: MAPA/ACS. 2009. 395p.

CALVI, G. P. AUDD, F. F.; VIEIRA, G.; FERRAZ, I. D. K. Tratamentos de pré-embebição para aumento do desempenho da germinação de sementes de *Parkia multijuga* Benth. **Revista Forestal Latinoamericana**, Mérida, v.23, n.2, p.53-65, 2008.

CARDOSO, D. B. O. S. **Taxonomia da tribo Sophoreae S.L. (Leguminosae, Papilionoideae) na Bahia, Brasil**. 2008. 209 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2008.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006, 627 p.

CORNER, E. J. H. The leguminous seeds. **Phytomorphology**, Delhi, v.1, p.117-150, 1951.

CRUZ, A. F.; PASSOS, M. A. A.; JOSÉ, A. A. S.; TORRES, S. B.; OLIVEIRA, I. S. Métodos para análise de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 93, p. 077-084, 2012.

FERREIRA, F. A. **Patologia florestal**: principais doenças florestais no Brasil. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1989. 570 p.

FERREIRA, S. A.; GENTIL, D. F. O. Extração, embebição e germinação de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 36, n. 2, p. 141-146, 2006.

GARCÍA-NÚÑES, C.; AZOCAR, A.; SILVA, J. Seed production and soil seed bank in three evergreen woody species from a neotropical savanna. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.17, p.563-576, 2001.

GONÇALVES, J.V.S.; ALBRECHT, J.M.F.; SOARES, T.S.; TITON, M. Caracterização física e avaliação da pré-embebição na germinação de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* KUNTH.). **Cerne**, Lavras, v.14, n.4, p.330-334, 2008.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. **Propagación de planta**: principios y prácticas, México: Continental S.A., 1978, 810 p.

HEYDECKER, W. **Seed ecology**. London: The Pennsylvania State University Press, 1972, 578 p.

HYDE, E.O.C. The function of the hilum in some Papilionaceae in relation to the ripening of the seed and the permeability of the testa. **Annals of Botany**, Oxford, v.18, p.241-256, 1954.

ISTA. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. ISTA handbook on seedling evaluation. Bassersdorf: ISTA, 3ed, 2006.

KANEGAE, M. F.; BRAZ, V. S.; FRANCO, A. C. Efeitos da seca sazonal e disponibilidade de luz na sobrevivência e crescimento de *Bowdichia virgilioides* em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.23, p. 459-468, 2000.

LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2005, 641 p.

LEOPOLD, A.C.; KRIEDRMANN, P.E. **Plant growth and development**. New York: McGraw-Hill Book, 1975, 545 p.

LERSTEN, N.R.; KRUEGER, L.; CURTIS, J.D. Traqueoid variation among Bignoniaceae seed wings, with emphasis on *Campsis radicans*. **International Journal of Plant Science**, v.163, p. 369-378, 2002.

LOPES, J. C.; CAPUCHO, M. T.; KROHLING, B.; ZANOTTI, P. Germinação de sementes de espécies florestais de *Caesalpineia férrea* Mart. ex Tul. var. *leiostachya* Benth., *Cassia grandis* L. e *Samanea saman* Merrill, após tratamentos para superar a dormência. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.20, n.1, p.80-86, 1998.

LOPES, J. C.; DIAS, P. C.; PEREIRA, M. D. Maturação fisiológica de sementes de quaresmeira, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.8, p.811-816, 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4.ed. Nova Odessa: Plantarum, 2002, 384 p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005, 465 p.

MATHEUS, M. T.; VIEIRA, B. C.; OLIVEIRA, S. A. S.; BACELAR, M. Tolerância à dessecação em sementes de sucupira (*Bowdichia virgilioides* Kunth.) – Fabaceae. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.4, p.89-92, 2009.

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. New York: Pergamon, 1989, 211 p.

OBROUCHEVA, N. V. Hydration up to threshold levels as the triggering agent of the process preparing germination in quiescent seeds. In: ELLIS, R. H.; BLACK, M.; MURDOCH, A. J.; HONG, T. D. (Eds.). **Basic and applied aspects of seed biology**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1997, p.555-562.

OLIVEIRA, A. P.; GONÇALVES, C. P.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, E. U. Maturação fisiológica de sementes de pimentão, em função de idade de frutos após antese. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.21, n.2, p.88-94, 1999.

OLIVEIRA, J. P. R. **Tamanho ótimo de amostra para análise da qualidade fisiológica de diásporos de espécies florestais nativas do cerrado**. Uberlândia. 2011. 148f. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

PATRÍCIO, F. R. A.; BORIN, R. B. R. G.; ORTOLANI, D. B. Patógenos associados a sementes que reduzem a germinação e vigor. In: MENTEN, J.O. (Ed.). **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. São Paulo: Ciba Agro, 1995. p.137-160.

PINEDO, G. J. V.; FERRAZ, I. D. K. Hidrocondicionamento de *Parkia pendula* [BENTH ex WALP]: sementes com dormência física de árvore da Amazônia. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.1, p.39-49, 2008.

QUINLIVAN, B.J. Seed coat impermeability in legumes. **The Journal of the Australian Institute of Agricultural Science**, Curtin, v. 37, p.283-293. 1971.

RATTER, J.A., BRIDGEWATER, S., ATKINSON, R.; RIBEIRO, J.F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Edinburgh Journal of Botany**, Cambridgeshire, v.60, n.1, p.57-109, 2003.

RESSEL, K.; GUILHERME, F.A.G.; SCHIAVINI, I.; OLIVEIRA, P.E. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.27, n.2, p.311-323, 2004.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA CPAC, 1998. p. 89-166.

SALOMÃO, A. N. Tropical seed species' responses to liquid nitrogen exposure. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v.14, n.2, p.133-138, 2002.

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

SANTARÉM, E. R.; ÁQUILA, 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**, Pelotas, v.17, n.2, p.205-209, 1995.

SARMIENTO, G. **The ecology of neotropical savannas**. Cambridge: Harvard University Press, 1984, 256 p.

SCHATRAL, A.; FOX, J. E. D. Quality and viability of seeds in the genus *Hibbertia*. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.22, n. 2, p.273-284, 1994.

SILVA, E. L. S. A vegetação de Roraima. In: BARBOSA, R.I.; FERREIRA, E.J.G.; CASTELLÓN, E.G. **Homem, ambiente e ecologia no Estado de Roraima**. Manaus: INPA, 1997. p. 401-415.

SILVA, L. M. M; AGUIAR, I. B.; RODRIGUES, T. J. D. Seed germination of *Bowdichia virgilioides* Kunth., under water stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.1, p.115-118, 2001.

SMIDERLE, O. J.; MOURÃO JÚNIOR, M.; SOUSA, R. C. P. Tratamentos pré-germinativos em sementes de acácia. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n.1, p.78-85, 2005.

SMIDERLE, O. J.; SCHWENGBER, L. A. M. Superação da dormência em sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.33, n.3, p.407-414, 2011.

SMIDERLE, O. J.; SOUSA, R. C. P. Dormência em sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth - Fabaceae Papilionidae). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n.2, p.48-52, 2003.

SOUZA, F. D.; MARCOS-FILHO, J. The seed coat as a modulator of seed-environment relationships in Fabaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.4, p.365-375, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre, RS: Artmed, 2004, 722 p.

TONETTI, O. A. O.; DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. Qualidade física e fisiológica de sementes de *Eremanthus erythropappus* (dc.) Mac. Leish.. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n.1, p.114-121, 2006.

VARGAS, G. J. P. **Condicionamento de sementes com dormência física de três espécies florestais da Amazônia: *Parkia pendula* Benth. Ex Walp., *Parkia nitida* Miquel Strip e *Parkia multijuga* Benth.** Manaus. 2005. 82 f. Dissertação (Mestrado do

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2005.

VILLIERS, T.A. **Dormancy and survival of plants**. London: Edward Arnold, 1972, 65 p.

VOGEL, E.F. **Seedlings of dicotyledons. Structure, development, types. Descriptions of 150 woody Malesian taxa**. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation, 1980, 465 p.

WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. 2006. 373 p. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006.

WERKER, E., DAFNI, A.; NEGBI, M. Variability in *Prosopis farcata* in Israel: anatomical features of the seed. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Londres, v.66, p.223-232, 1973.