

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**ALINNE FREIRE E CRUZ**

**Métodos para análise de sementes de *Pithecellobium  
diversifolium* Benth. e *Bowdichia virgilioides* Kunth**

RECIFE

2011

ALINNE FREIRE E CRUZ

**Métodos para análise de sementes de *Pithecellobium diversifolium* Benth. e *Bowdichia virgilioides* Kunth**

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Amaral Passos (DCFL/UFRPE)

Co-orientador: Prof. Pós-Dr. Salvador Barros Torres (DCV/UFERSA)

Co-orientador: Prof. PhD José Antônio Aleixo da Silva (DCFL/UFRPE)

RECIFE

2011

## FICHA CATALOGRÁFICA

C957m Cruz, Alinne Freire e  
Métodos para análise de sementes de *Pithecellobium diversifolium* Benth. e *Bowdichia virgilioides* Kunth / Alinne Freire e Cruz. -- 2011.  
X, 63 f.: il.

Orientador: Marco Antônio Amaral Passos.  
Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) –  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento  
de Ciência Florestal, Recife, 2011.  
Referências.

1. Germinação 2. Protocolo 3. Plântula normal 4. Caatinga  
5. Mata Atlântica I. Passos, Marco Antônio Amaral, orientador  
II. Título

CDD 634.9

ALINNE FREIRE E CRUZ

**Métodos para análise de sementes de *Pithecellobium diversifolium* Benth. e *Bowdichia virgilioides* Kunth**

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Aprovado em 17 de fevereiro de 2011.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof. Dr. Marco Antônio Amaral Passos  
Universidade Federal Rural de Pernambuco/DCFL  
Presidente da Banca e Orientador

---

Prof. Dr. Robério Anastácio Ferreira  
Universidade Federal de Sergipe/DCF

---

Dr.<sup>a</sup> Rita de Cássia Araújo Pereira Galindo  
Instituto Agrônomo de Pernambuco/IPA

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Suzene Izídio da Silva  
Universidade Federal Rural de Pernambuco/DB

Dedico esta dissertação aos meus pais Maria Gorete e Miguel e as minhas irmãs Daíse e Elís Freire.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, regente da vida e de todo o Universo.

À minha família, maior responsável pela minha educação e que está sempre presente me apoiando e me dando forças.

Ao meu orientador prof. Dr. Marco Antônio Amaral Passos, pela oportunidade de realizar estágio no Laboratório de Análise de Sementes (LASF), que me resultou em cinco de anos de aprendizado e amadurecimento como pessoa e profissional. Muito obrigada professor!

Ao prof. Dr. Robério Anastácio Ferreira, à pesquisadora Dr<sup>a</sup> Rita de Cássia Araújo Pereira Galindo e à prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Suzene Izidio da Silva pelas contribuições, as quais foram essenciais para a organização e conclusão desta dissertação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e a Universidade Federal Rural de Pernambuco, na pessoa do ex-coordenador prof. PhD. José Antônio Aleixo da Silva e ao Coordenador prof. Dr. Luiz Carlos Marangon, pelo incentivo e auxílio.

Aos professores do PPGCF, pelos conhecimentos adquiridos ao longo do curso de mestrado. Aos funcionários do DCFL, em particular ao laboratorista Gideones da Silva e a Dr<sup>a</sup> Ângela Maria de Miranda Freitas, curadora do Herbário Sérgio Tavares, por toda ajuda prestada.

Ao CNPq, pela concessão da Bolsa para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco e ao Herbário Dárdano de Andrade-Lima, na pessoa de pesquisadora Dr<sup>a</sup>. Rita de Cássia.

A todos do LASF, local em que não só adquiri muitos conhecimentos, mas como também fiz muitos amigos. Obrigada a Pollyana Santa Cruz, Lêda Simão, Tágory Nascimento, Andréa Vasconcelos, Patrícia Araújo e Wayse Siqueira por todas as brincadeiras e trabalhos realizados, com grande cooperação e força!

Ao meu amigo Waldinilson Barbosa, por todo apoio e companheirismo, desde a graduação até a conclusão deste trabalho de mestrado.

## RESUMO

Os plantios florestais são alternativas bastante utilizadas para reduzir o nível de degradação ambiental. Assim, as sementes florestais de boa qualidade se constituem em insumos essenciais para a formação desses plantios. Este trabalho teve como objetivo definir procedimentos para validação de métodos de análise de germinação para as espécies *Pithecellobium diversifolium* Benth. (espinheiro-preto, carcarazeiro) e *Bowdichia virgilioides* Kunth (sucupira), com sementes oriundas dos biomas Caatinga e da Mata Atlântica, respectivamente. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Análise de Sementes Florestais (LASF) do Departamento de Ciência Florestal (DCFL) da UFRPE. Utilizou-se caixas gerbox transparentes e opacas, com tampa e dimensões de 11 x 11 x 3 cm, sendo utilizados como substratos areia lavada e autoclavada, papel mata borrão (MB), vermiculita e papel germiteste como papel toalha (PT), sendo esse último enrolado e colocado dentro de sacos plásticos transparentes e opacos. Quanto às temperaturas, foram testadas as constantes de 25 °C e 30 °C e alternada de 20-30 °C. Para a luminosidade foram analisadas a influência da luz contínua e ausência de luz. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado 3 x 4 x 2 (3 temperaturas, 4 substratos e 2 ambientes de luz). Todos os tratamentos tiveram quatro repetições contendo 25 sementes cada. Avaliaram-se os seguintes parâmetros: primeira contagem, porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da raiz e parte aérea e massa verde e seca de plântulas. A germinação foi avaliada diariamente por meio de contagem direta em dois momentos, a partir da emissão da radícula e com a formação da plântula normal, essa última de acordo com o estabelecido pela RAS. Para a espécie *B. virgilioides*, o substrato entre vermiculita interagindo com as temperaturas constantes de 25 e 30 °C e o papel toalha na temperatura de 30 °C proporcionaram os melhores resultados de germinação por plântulas normais, por comprimento de raiz e de parte aérea, por massa verde e seca. Sendo por isso, os tratamentos mais indicados para avaliar a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas da referida espécie. Por sua vez, a espécie *P. diversifolium* demonstrou melhor valor de plântula normal, comprimento de parte aérea e raiz no substrato papel toalha em ambiente de luz, na temperatura alternada de 20-30 °C e na constante de 30 °C. Apesar das sementes dessa espécie terem germinado tanto na presença quanto na ausência de luz, a luminosidade favoreceu mais a velocidade, a uniformidade da germinação e a formação das plântulas.

Termos-chave: germinação, protocolo, plântulas normais.

## ABSTRACT

The forest plantations alternatives are sufficiently used to try themselves to reduce the level of ambient degradation. Thus, the forest seeds of good quality if constitute in essential inputs for the formation of these plantations. This work had as objective to define procedures for validation of methods for analysis of seeds of *Pithecellobium diversifolium* Benth. (espinheiro-preto, carcarazeiro) and *Bowdichia virgilioides* Kunth (sucupira), with deriving seeds of biomes Caatinga and Rainforest, respectively. The experiments had been carried through in the Laboratory of Analysis of Forest Seeds (LASF) of the Department of Forest Science (DCFL) of the UFRPE. Gerbox was used transparent and opaque, with cover and dimensions of 11 x 11 x 3 cm, being used the substrates washed sand, rolled paper (MB), vermiculite and germ test paper as paper towel (PT), being this last rolled up and placed inside of transparent and opaque plastic bags. How much to the temperatures, the influence on the germination of the constant of 25 °C and 30 °C and alternated temperatures of 20-30 °C was tested. For the luminosity we analyzed the influence of continuous light and dark. The design was completely randomized 3 x 4 x 2 (3 temperatures, 4 and substrate 2 light environments). All the treatments had been tested with four repetitions contend 25 seeds each. The following parameters had been evaluated: percentage of germination, index of germination speed (IVG), green mass and dry mass of seedlings. Germination was evaluated daily by direct counting on two occasions, from the emission of the radicle and the formation of the seedling, the latter according to the established by RAS. For the species *B. virgilioides* the vermiculite substrate interacting with the constant 25 and 30 °C and paper towel at 30 °C provided the best germination results for normal seedlings by root length and shoot, for fresh and dry mass. In turn, the species showed *P. diversifolium* best value for normal seedling, length of shoot and root in the paper towel substrate in ambient light, in the alternating temperature of 20-30 °C and the constant of 30°C. Although the seeds to have in such a way germinated in the presence how much in the light absence, the luminosity favored more the speed, the uniformity of the germination and the formation of seedlings.

Keywords: germination, protocol, normal seedlings.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Plântula de *Bowdichia virgilioides* Kunth aos 29 dias, apresentando: RP - raiz primária bem desenvolvida; Co - colo; HP - hipocótilo; Cot - cotilédones; EP - epicótilo; P - protófilos. .... 23
- Figura 2. Plântulas de *Bowdichia virgilioides* Kunth, provenientes do substrato papel toalha a 25 °C em ambiente sem luminosidade, aos 60 dias ..... 24
- Figura 3. Plântula normal de *Pithecellobium diversifolium* Benth. aos 22 dias após a semeadura, apresentando: RP - raiz primária bem desenvolvida; Cot - cotilédones; EP - epicótilo; P - protófilos ..... 40

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Tratamentos aplicados nos testes de germinação, para cada uma das espécies.....	15
Tabela 2. Primeira contagem (PC) de <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth, a partir da formação da plântula normal, em diferentes substratos e temperaturas, aos 7 dias após o início do teste de germinação .....	20
Tabela 3. Índice de velocidade de germinação (IVG) de <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth, em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades.....	20
Tabela 4. Porcentagem de germinação de <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth observando-se a emissão de radícula em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, 2 dias após a sementeira .....	22
Tabela 5. Número de plântulas normais de <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth, em diferentes substratos e temperaturas, aos 21 dias após o início do teste de germinação.....	25
Tabela 6. Número de plântulas anormais de <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth, em diferentes substratos e temperaturas, aos 21 dias após o início do teste de germinação.....	28
Tabela 7. Número de sementes duras de <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth, em diferentes substratos e temperaturas, aos 21 dias após o início do teste de germinação.....	29
Tabela 8. Número de sementes dormentes de <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth em diferentes substratos e temperaturas, aos 21 dias após o início do teste de germinação.....	29
Tabela 9. Número de sementes mortas de <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth em diferentes substratos e temperaturas, aos 21 dias após o início do teste de germinação.....	30
Tabela 10. Comprimento de raízes de plântulas (cm) por tratamento, de <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth, em diferentes substratos e temperaturas, aos 29 dias após o início do teste de germinação .....	31
Tabela 11. Comprimento da parte aérea de plântulas (cm) por tratamento, de <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth, em diferentes substratos e temperaturas, aos 29 dias após o início do teste de germinação .....	31
Tabela 12. Quantidade de massa verde de plântulas com cotilédones, de <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth, em diferentes substratos e temperaturas, aos 29 dias após o início do teste de germinação .....	32

Tabela 13. Quantidade de massa seca de plântulas com cotilédones, de <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth, em diferentes substratos e temperaturas, aos 29 dias após o início do teste de germinação .....	33
Tabela 14. Quantidade de massa verde de plântulas sem cotilédones, de <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth, em diferentes substratos e temperaturas, aos 29 dias após o início do teste de germinação .....	33
Tabela 15. Quantidade de massa seca de plântulas sem cotilédones, de <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth, em diferentes substratos e temperaturas, aos 29 dias após o início do teste de germinação .....	34
Tabela 16. Primeira contagem (PC) de <i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth., em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, aos 3 dias após o início do teste de germinação .....	36
Tabela 17. Índice de velocidade de germinação de <i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth., observando a emissão de radícula em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades .....	37
Tabela 18. Porcentagem de germinação de <i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth. observando a emissão de radícula em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades .....	38
Tabela 19. Número de plântulas normais de <i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth. em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, aos 18 dias após o início do teste de germinação.....	41
Tabela 20. Número de plântulas anormais de <i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth., em diferentes substratos, luminosidades e temperaturas, aos 18 dias após o início do teste de germinação.....	44
Tabela 21. Número de sementes duras de <i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth., em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, aos 18 dias após o início do teste de germinação.....	45
Tabela 22. Número de sementes dormentes de <i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth., em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, aos 18 dias após o início do teste de germinação.....	46
Tabela 23. Número de sementes mortas de <i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth., em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, aos 18 dias após o início do teste de germinação.....	47
Tabela 24. Comprimento de raízes de plântulas (cm) por tratamento, de <i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth., em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, aos 18 dias após o início do teste de germinação.....	48

Tabela 25. Comprimento da parte aérea de plântulas (cm), de <i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth., em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, aos 18 dias após o início do teste de germinação.....	49
Tabela 26. Quantidade de massa verde de plântulas com cotilédones de <i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth, em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, aos 18 dias após o início do teste de germinação.....	50
Tabela 27. Massa seca de plântulas com cotilédones de <i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth., em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, aos 18 dias após o início do teste de germinação.....	51
Tabela 28. Massa verde de plântulas sem cotilédones, de <i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth., em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, aos 18 dias após o início do teste de germinação.....	52
Tabela 29. Massa seca de plântulas sem cotilédones, de <i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth., em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, aos 18 dias após o início do teste de germinação.....	53

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1 <i>BOWDICHIA VIRGILIOIDES</i> KUNTH (SUCUPIRA) .....	3
2.2 <i>PITHECELLOBIUM DIVERSIFOLIUM</i> BENTH. (ESPINHEIRO-PRETO) .....	4
2.3. REGRAS PARA ANÁLISE DE SEMENTES – RAS .....	4
2.4. DORMÊNCIA EM SEMENTES FLORESTAIS .....	6
2.5. FATORES QUE INFLUENCIAM A GERMINAÇÃO .....	8
2.5.1. Substrato .....	8
2.5.2. Temperatura .....	9
2.5.3. Luminosidade .....	10
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>12</b>
3.1 MARCAÇÃO DE MATRIZES E COLETA DE SEMENTES .....	12
3.2 LOCAL DE ESTUDO .....	13
3.3. PESO DE MIL SEMENTES E QUANTIDADE DE SEMENTES POR KG .....	13
3.4. DETERMINAÇÃO DO GRAU DE UMIDADE .....	13
3.5 TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS .....	14
3.6. TRATAMENTOS PROPOSTOS .....	14
3.7. ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	16
3.8. IMAGENS DAS PLÂNTULAS .....	17
3.9. AVALIAÇÕES DO EXPERIMENTO .....	17
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>18</b>
4.1. <i>BOWDICHIA VIRGILIOIDES</i> KUNTH .....	18
4.1.1. Peso de mil sementes e número de sementes por kg .....	18
4.1.2 Grau de umidade .....	19
4.1.3 Germinação em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades .....	19
4.1.4 Descrição da plântula .....	23
4.1.5 Plântulas normais em diferentes substratos e temperaturas .....	23
4.1.6 Plântulas anormais .....	27
4.1.7 Sementes duras, dormentes e mortas .....	28
4.1.8 Comprimento de raiz e de parte aérea das plântulas normais .....	30
4.1.9 Massa verde e massa seca de plântulas com e sem cotilédones .....	31
4.2 <i>PITHECELLOBIUM DIVERSIFOLIUM</i> BENTH. .....	35
4.2.1 Peso de mil sementes e número de sementes por kg .....	35
4.2.2 Determinação do grau de umidade .....	35
4.2.3 Germinação em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades .....	35
4.2.4 Descrição da plântula .....	39
4.2.5 Plântulas normais em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades .....	40
4.2.6 Plântulas anormais .....	43
4.2.7 Sementes duras, dormentes e mortas .....	44
4.2.8 Comprimento de raiz e de parte aérea das plântulas normais .....	47
4.2.9 Massa verde e massa seca de plântulas com e sem cotilédones .....	49
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>56</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os recursos florestais têm sofrido uma grande pressão ao longo do tempo, tanto devido às atividades agrícolas e pecuárias, quanto para a própria produção de bens de origem florestal. Os plantios florestais, seja em pequena ou em grande escala, são alternativas bastante utilizadas para reduzir o nível de degradação ambiental. Nesse caso, as sementes florestais de boa qualidade se constituem em insumos essenciais para a formação desses plantios (SENA e GARIGLIO, 2008). A produção de sementes é, sem dúvida, uma das soluções para se tentar reverter o quadro de escassez dessa matéria-prima. Porém, da mesma forma que falta matéria-prima para atender o mercado consumidor, faltam também sementes no mercado produtor de mudas florestais (MORAES, 2008).

O conhecimento de como os fatores ambientais influencia a germinação das sementes é de extrema importância. Assim, eles poderão ser controlados em laboratório e manipulados de forma a otimizar a germinação, de acordo com a necessidade de cada espécie (NASSIF et al., 1998). Os principais fatores ambientais que influenciam a germinação de sementes são: o oxigênio, imprescindível para os processos metabólicos da respiração (TANAKA; MARIANO; LEÃO, 1991); a temperatura, que influencia nas reações bioquímicas que regulam o metabolismo necessário para iniciar o processo de germinação (ZAMITH; SCARANO, 2004); e a umidade do substrato, que deve apresentar a quantidade de água necessária para germinação (BRASIL, 2009).

A utilização da luminosidade em teste de germinação é bastante discutida em tecnologia de sementes. Alguns autores costumam incluir esse fator como sendo essencial para a germinação, enquanto outros não a consideram importante o suficiente para ser colocada no grupo dos principais fatores. Contudo Caldwell e Percy (1994) ressaltam que é relativamente frequente que as sementes florestais apresentem sensibilidade à presença ou ausência de luz no ambiente, principalmente quando se observa o comportamento de germinação de espécies pioneiras, plantas daninhas e

invasoras, que tendem a iniciar o processo germinativo e o posterior desenvolvimento das plântulas em ambientes de clareira.

A germinação começa com a absorção de água (embebição) e termina com o início do alongamento do eixo embrionário (BEWLEY e BLACK, 1994). Quando os fatores ambientais são favoráveis à germinação, e a mesma não ocorre, as sementes são consideradas em estado dormente (ZAMITH e SCARANO, 2004). A dormência é caracterizada pelo atraso da germinação, quando as sementes, mesmo em condições favoráveis não germinam (SENA e GARIGLIO 2008). A análise da capacidade de germinação é efetuada pelo teste de germinação, conduzido em laboratório sob condições controladas, que visa principalmente, avaliar o valor das sementes para a semeadura e comparar a qualidade de diferentes lotes, servindo como base para a comercialização desses insumos (MARCOS FILHO, 2005).

A busca de conhecimentos sobre as condições ótimas para os testes de germinação das sementes, principalmente dando ênfase aos efeitos da temperatura e do substrato, desempenha papel fundamental dentro da pesquisa científica e fornece informações valiosas sobre a propagação das espécies (VALERA; COSTA; RAMOS, 2005).

Em relação à luminosidade, a luz mais indicada para testes de germinação é a fluorescente fria e branca, pois emite raios infravermelhos relativamente baixos e uma alta emissão espectral na região vermelho que é favorável à germinação (BRASIL, 2009).

As Regras para Análise de Sementes (RAS) indicam em que condições devem ser conduzidos os testes para avaliação da qualidade das sementes de muitas espécies, mas poucas espécies florestais constam nessas regras (BRASIL, 2009).

As espécies *Bowdichia virgilioides* Kunth (sucupira) pertencente à família Fabaceae, subfamília Papilionoideae e a *Pithecellobium diversifolium* Benth. (espinheiro-preto, carcarazeiro) da subfamília Mimosoideae (APG II, 2003), são duas espécies florestais que ainda não estão incluídas na RAS.

O gênero *Bowdichia* nos trópicos da América do Sul é representado por apenas quatro espécies (LEWIS, 1987). *Pithecellobium* é um gênero relativamente pequeno com cerca de aproximadamente 18 espécies,

distribuídas predominantemente na América Central e norte da América do Sul e nas Antilhas (QUEIROZ, 2009).

A presente pesquisa foi realizada com o objetivo de investigar o potencial de germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas *B. virgilioides* e *P. diversifolium*, por meio de experimentos com diferentes tipos de substratos, temperaturas e luminosidades, buscando determinar métodos de análise de germinação, e propor os procedimentos para serem aplicados em projetos de validação de métodos oficiais de análise de germinação para essas essências florestais nativas.

Atualmente estudos para validação de métodos de análise de sementes florestais vêm sendo realizados por integrantes e consultores do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), e esta pesquisa poderá fornecer subsídios nos procedimentos de validação desses métodos.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 BOWDICHIA VIRGILIOIDES KUNTH (SUCUPIRA)**

*Bowdichia virgilioides* é uma árvore grande e ramosa, medindo em média entre 8 e 16 m de altura, possui folhas compostas pinadas e folíolos pubescentes. Frutos legumes secos, indeiscentes, achatados, pequenas sementes com 3 a 5 mm de comprimento, de coloração avermelhada. Com dispersão uniforme, mas em baixa densidade (RIZZINI, 1990). Segundo Lorenzi (1998) apresenta ampla distribuição geográfica ocorrendo desde o Estado do Pará até São Paulo. O autor a considera, uma planta pioneira, heliófita, xerófito, adaptada a terrenos secos e pobres, tanto em formações primárias quanto secundárias, sendo ótima para plantios em áreas degradadas, com características ornamentais, podendo ser empregada com sucesso no paisagismo em geral. De acordo com Smiderle e Sousa (2003), a espécie é largamente utilizada como cercas em áreas de pastagem natural, pois possui elevada resistência ao fogo e sua madeira é de alta durabilidade. Seu emprego em programas de reflorestamentos é muito comum, visto que a espécie se adapta bem a solos pobres e sujeitos a severas deficiências hídricas anuais.

Lorenzi (1998) cita que sua madeira é empregada para acabamentos internos, como assoalhos, lambris, molduras, painéis e portas, como também para o fabrico de mourões, pontes rurais, caibros e esteios. *B. virgilioides* segundo Almeida (2008) apresenta madeira dura, utilizada na fabricação de rodas das máquinas e carroças, e da casca é possível fazer chás e banhos quentes, muito eficazes no tratamento de várias doenças.

## 2.2. *PITHECELLOBIUM DIVERSIFOLIUM* BENTH. (ESPINHEIRO-PRETO)

*Pithecellobium diversifolium* é um arbusto ramificado desde a base formando vários perfilhos basais, às vezes com porte arborescente, variando de 3 a 5 m de altura, possui troncos com casca cinza, ramos armados em cada nó com espinhos pareados persistentes. Folhas com 1 ou 2 pares de pinas, pinas com apenas 1 a 3 pares de folíolos, folíolos amplos. Os frutos são legumes deiscentes, 7-10 cm de comprimento x 0,9-1,1 cm de largura, lineares, curtamente estipitado, comprimido, espiralado, fazendo 1 a 2 voltas completas, margens são ligeiramente onduladas. Sementes 8-9 mm de comprimento x 8-5 mm de largura, oval a arredondas, dilatadas e de coloração negra brilhante com arilo esponjoso recobrimdo seu ápice ou até metade de seu comprimento. Floresce em fevereiro até março e frutifica no fim de março até o mês de junho. É uma espécie característica de “caatinga de areia” que ocorre principalmente em terrenos sedimentares e em bancos arenosos de rios, de 300 a 400 m de altitude (QUEIROZ, 2009).

Os caprinos costumam se alimentar de *P. diversifolium*, principalmente na fase de plântula, folhas novas brotando e folhas maduras, além das flores e frutos (LEAL; VICENTE; TABARELLI, 2003). É uma das principais espécies vegetais, citada pelos meliponicultores, utilizada pelas abelhas sem ferrão, na busca pelo néctar, pólen, alojamento e ninho (CÂMARA et al., 2004).

## 2.3. REGRAS PARA ANÁLISE DE SEMENTES – RAS

A necessidade de determinar a qualidade das sementes surgiu na Europa como conseqüência de problemas constatados na sua comercialização.

Assim, em 1869, na Alemanha, foi organizado o primeiro laboratório de sementes e, em 1876, publicado o primeiro Manual de Análise de Sementes. Na América, procedimentos iniciais para a realização dos testes de pureza e de germinação deram origem às primeiras Regras para Análise de Sementes, em 1897. No Brasil, as primeiras normas para análise de sementes foram publicadas em 1956 (NOVEMBRE, 2001).

A semente tem sua qualidade avaliada por um conjunto de índices, o somatório dos atributos físicos, fisiológicos e sanitários, que são determinados pela análise de uma amostra representativa de um lote. O estudo de metodologias em análise de sementes florestais assume um importante papel dentro de pesquisas em tecnologia de sementes, fornecendo informações que exprimem a qualidade fisiológica de um lote, cujos objetivos seriam tanto a preservação como a utilização dessas plantas, com os mais variados interesses (ANDRADE e PEREIRA 1994). A análise representa os procedimentos técnicos utilizados para avaliar a qualidade e a identidade da amostra (ZORATO, 2005).

Segundo Oliveira, Andrade e Martins (2005) a procedência das sementes transmite informações a respeito da região geográfica de origem desse insumo. Outro dado a ser considerado para discussão sobre a qualidade de um lote de sementes é especificar o tipo de área produtora de sementes (ACS - área de coleta; APS - área de produção e PS - pomar de sementes). Isto permite a comparação diferenciada entre lotes de diferentes qualidades genéticas, bem como sua perfeita identificação. Com isso, a busca pela padronização dos testes de germinação com espécies florestais passa por pesquisas que devem levar em consideração características ecológicas das espécies, como sensibilidade a luz e temperatura do ambiente no qual a matriz esteja inserida que, a grosso modo, podem auxiliar nas técnicas mais corretas a serem aplicadas.

À medida que vai recebendo novas pesquisas com métodos de análise de sementes, a Coordenação Geral de Apoio Laboratorial (CGAL) pretende atualizar suas publicações em análise de sementes com os novos procedimentos que forem validados e de acordo com a exigência do mercado nacional e internacional (BRASIL, 2009).

As Regras para Análise de Sementes (RAS) têm a finalidade de disponibilizar métodos para análise de sementes, sendo estes de uso obrigatório nos Laboratórios de Análise de Sementes credenciados no MAPA (BRASIL, 2009).

#### 2.4. DORMÊNCIA EM SEMENTES FLORESTAIS

Em espécies florestais nativas é comum a presença de sementes que mesmo viáveis não germinam, embora as condições ambientais estejam aparentemente favoráveis. Em geral, cerca de dois terços das espécies arbóreas, possuem algum tipo de dormência, assim essas sementes podem necessitar de tratamento especial para germinar (FOWLER e BIANCHETTI, 2000).

Para Bewley e Black (1994), a dormência é um fenômeno intrínseco da semente, funcionando como mecanismo natural de resistência a fatores adversos do meio, podendo manifestar-se de duas formas: imposta pelo tegumento e/ou embrionária. A dormência passa a ser encarada como uma característica indesejável, devido ao longo tempo necessário para que ocorra a germinação, tornando necessária a realização de pesquisas objetivando o desenvolvimento de métodos eficientes para sua superação. Existem vários métodos para quebra de dormência em sementes florestais tropicais e os mais utilizados são: escarificação química ou mecânica, estratificação fria e quente-fria, choque térmico, imersão em água quente e embebição em água fria (FOWLER e BIANCHETTI, 2000). Cada um desses tratamentos apresenta vantagens e desvantagens, de modo que a metodologia de superação de dormência deve ser determinada levando-se em conta, também, a praticidade e o custo efetivo (EIRA; FREITAS; MELO, 1993). A aplicabilidade e eficiência desses tratamentos dependem do tipo e da intensidade da dormência, que varia entre as espécies (BENEDITO et al., 2009).

A embebição é fundamental para a germinação porque permite a retomada da atividade metabólica, contribuindo para os processos de mobilização e assimilação de reservas e crescimento subsequente (MARCOS

FILHO, 2005). A velocidade desse processo depende das características de cada espécie, como a composição química e a permeabilidade do tegumento.

De acordo com Bianchetti (1989) a emergência das plântulas de *B. virgilioides* ocorre entre 30 e 60 dias após o plantio e a porcentagem de germinação é geralmente bastante baixa, sendo necessário o desenvolvimento de técnicas da superação de dormência para aumentar sua germinação. Lorenzi (1998) ressalta que a espécie possui limitações quanto ao processo de formação de mudas devido à ocorrência de dormência tegumentar, dificultando a germinação das sementes, que ocorre de forma lenta e em baixa porcentagem.

Para Carvalho e Nakagawa (2000) a impermeabilidade do tegumento está associada a diversas espécies, sendo mais freqüentes na família Fabaceae.

Jeller e Perez (1999) ressaltam a eficiência do ácido sulfúrico para a superação de dormência na espécie *Senna spectabilis* var. *excelsa* (Schrad.) H.S.Irwin & Barneby (= *Cassia excelsa* Schrad.) cujas sementes imersas em ácido por 5 e 10 minutos apresentaram maior valor de germinação. O mesmo ocorreu com sementes de *Stylosanthes scabra* Vogel, em que o melhor método de escarificação foi o do ácido sulfúrico concentrado, por cinco ou 10 minutos, principalmente quando aplicado na semente segundo Araújo et al. (2002). Aplicando um tratamento pré-germinativo, Oliveira, Davide e Carvalho (2003) utilizaram ácido sulfúrico concentrado (98%) por 15 minutos em sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., e constataram que o tratamento foi eficiente para a superação de dormência nos lotes testados. O mesmo foi observado por Melo, Mendonça e Mendes (2004) que utilizaram 100 sementes de *Hymenaea intermedia* var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang., submetendo-as em ácido sulfúrico concentrado por 30 minutos.

## 2.5. FATORES QUE INFLUENCIAM A GERMINAÇÃO

### 2.5.1. Substrato

A escolha do substrato deve ser feita levando-se em consideração o tamanho da semente, a exigência quanto ao suprimento de água, à sensibilidade ou não à luz e a facilidade que oferece para a realização das contagens e avaliação das plântulas (BRASIL, 2009). Lima et al. (2006) relatam que a influência do substrato na germinação é decorrente de suas características como estrutura, grau de aeração e de infestação de patógenos, dentre outras, que variam de acordo com o material utilizado.

Os tipos de substratos mais usados para testes de germinação em laboratório são papel e areia.

Por ocupar menos espaço no germinador, possibilitando a realização simultânea de maior número de análises, o rolo de papel é o mais recomendado pela RAS, pois permite cerca de quatro vezes mais amostras; fornece maior espaço entre as sementes, com menor contaminação por fungos; e menor utilização de mão-de-obra, especialmente no que diz respeito à limpeza, esterilização das caixas utilizadas, preparo de substrato, número de contagens e observação do desenvolvimento mais completo das estruturas essenciais das plântulas, reduzindo as situações de dúvidas. Outro tipo de papel bastante utilizado em experimentos é o mata-borrão, que apresenta como principais características a praticidade no uso e economia, além de ser um substrato bastante poroso, facilitando a circulação de oxigênio e água (BRASIL, 2009)

Alves et al. (2002), após analisarem a germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth., consideraram como melhor substrato o papel tipo mata-borrão, e com as sementes entre os mesmo seria o processo mais produtivo. Utilizando o mesmo substrato Valera, Ramos e Melo (2005), analisaram o desenvolvimento inicial de plântulas de *Dinizia excelsa* Ducke, e consideraram que o melhor resultado foi obtido na temperatura de 35 °C e com a quantidade de água de três vezes o peso do papel. De acordo com os autores esse tratamento proporcionou melhor desenvolvimento das plântulas,

pois o volume de água no substrato influenciou de maneira diferente tanto o desenvolvimento da raiz primária como do hipocótilo.

Em relação ao substrato areia, esse deve ser razoavelmente uniforme e isento de partículas muito pequenas ou muito grandes, livre de restos de sementes, fungos, bactérias ou substâncias tóxicas, que possam interferir na germinação das sementes, no crescimento e na avaliação das plântulas (BRASIL, 2009).

A vermiculita é um mineral comercializado na forma expandida e apresenta propriedades com baixos valores de massa específica aparente e de condutividade térmica. Essas características, associadas à granulometria, tornam o produto de vermiculita bastante atrativo para sua utilização em diversas áreas, dentre as quais, na construção civil, na agricultura, nas indústrias químicas, etc. Suas propriedades de superfície, em particular, área superficial, porosidade e carga superficial negativa, fazem desse substrato um material recomendado para uso como material absorvente e carreador (UGARTE; SAMPAIO; FRANÇA, 2005).

Segundo Fachinello et al., (1994) a utilização de areia como substrato é vantajosa, pois possui baixo custo, e de fácil disponibilidade. Alves et al. (2008), consideraram que os substratos areia e vermiculita proporcionaram maior comprimento da raiz e da parte aérea das plântulas de *Erythrina velutina* Willd., atendendo todos os requisitos para uma emergência rápida e uniforme, bem como um crescimento inicial satisfatório.

### 2.5.2. Temperatura

Aguiar, Piña-Rodrigues e Filgiolia (1993) afirmam que, além de determinante na indução de germinação, a temperatura tem sido associada à quebra de dormência de sementes de muitas espécies florestais. Segundo os autores, a dormência provocada por impermeabilidade do tegumento pode ser quebrada quando submetida à grande redução ou aumento de temperatura.

Para Bewley e Black (1994), a temperatura pode influenciar a capacidade e a taxa de germinação, como também na dormência primária ou secundária ou causar a indução da dormência secundária. Os autores

consideram de grande importância conhecer as temperaturas ótimas, mínimas e máximas das espécies que podem influenciar na velocidade de germinação.

De acordo com Larcher (2000), para a germinação são consideradas ótimas as temperaturas entre 20 e 35 °C. O autor ressaltou que temperaturas mais altas que esse limite pode acarretar alterações bioquímicas negativas na atuação de algumas enzimas que agem na germinação de espécies tropicais que se encontram em condições naturais.

Segundo Fantin (2001), sementes postas para germinar em faixa de temperatura mais ampla podem favorecer algumas espécies a se estabelecerem em campo com maior probabilidade de sobrevivência, conferindo assim certa vantagem em relação às espécies que germinem apenas em faixas de temperaturas mais próximas, sendo de grande importância para espécies de clima tropical, onde ocorre maior variação de temperatura no decorrer de um ano.

Miranda e Ferraz (1999), em experimento realizado com *Maquira sclerophylla* (Ducke) C.C.Berg., observaram que a faixa de temperatura entre 20 e 30 °C mostrou-se mais favorável à germinação e à formação de plântulas dessa espécie, com valor de porcentagens acima de 60%. Com a temperatura em 30 °C, os autores observaram que houve uma redução no tempo de emergência da radícula e de formação da plântula normal, sendo essa temperatura estatisticamente superior as demais. Estudando os efeitos de diferentes temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Genipa americana* L., Andrade et al. (2000) relataram que as médias gerais de germinação demonstraram que os substratos areia e vermiculita nas temperaturas de 25, 30 e 35 °C apresentaram valores estatisticamente semelhantes, sendo os mais recomendados para as sementes dessa espécie.

### 2.5.3. Luminosidade

Segundo Newman e Watt (1982), as espécies arbóreas em um ambiente de floresta, classificam-se de acordo com sua resposta a abertura do dossel. As sementes da maioria das espécies sucessionais iniciais permanecem dormentes no solo por um longo período, até que haja o estímulo da luz e/ou

temperatura para germinarem, o que ocorre, geralmente a partir da abertura de clareiras.

A sensibilidade à qualidade de luz é determinada por fotoreceptores, dentre eles, o fitocromo, um pigmento que tem a capacidade de mudar de configuração dependendo da radiação luminosa que recebe (SANTOS, 1999). No ambiente natural, a resposta fotoblástica de uma semente ocorre geralmente sob uma forma conhecida como Fv (vermelho), que não é considerada fisiologicamente ativa e que possui um pico de absorção de luz na região do vermelho (660 nm), e outra forma denominada de Fve (vermelho-extremo), na qual o pico de absorção encontra-se na faixa do vermelho extremo (cerca de 730 nm), sendo considerada a forma ativa do fitocromo. Por meio do balanço entre os comprimentos de onda vermelho e vermelho extremo, ocorre a condição para que haja um fotoequilíbrio entre as formas Fv e Fve, o que, por sua vez, permitirá à semente detectar a qualidade da luz ambiente e com isso, iniciar ou não seu processo germinativo (LUCCA FILHO, 2004).

Geralmente sementes de tamanho pequeno apresentam característica de fotoblastimo positivo, o que praticamente incapacita sua germinação sem a presença de luz, por isso é importante que essas sementes sejam colocadas nas camadas superficiais do solo, de modo que a luz possa alcançá-las (HEWITTTT, 1998).

Gonçalves, Gomes e Guilherme (2006) em experimento com sementes de *Guatteria gomeziana* A.St.-Hil., concluíram que a espécie comportou-se como uma fotoblástica neutra, uma vez que germinou tanto no escuro quanto em comprimento de ondas vermelho extremo e vermelho, sendo a germinação no escuro mais eficiente.

Oliveira et al. (2005), no estudo do efeito da luz sobre a germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) G.Nicholson em dois lotes (2000 e 2001), observaram que, tanto o tratamento luz constante como no escuro, foram eficientes em propiciar a germinação das sementes por ocasião da primeira contagem, para ambos os lotes. Já para os resultados da contagem final, a germinação sob luz constante foi superior aos resultados de germinação sob alternância de luz ou escuro para o lote 2001, não havendo diferenças significativas no lote 2000, apesar de apresentar maiores valores absolutos de

germinação sob luz constante. Na mesma pesquisa os autores concluíram que nos lotes de sementes de *Tabebuia impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley, a superioridade do tratamento em luz constante pôde ser observada tanto na primeira contagem de germinação, como na contagem final.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 MARCAÇÃO DE MATRIZES E COLETA DE SEMENTES

As sementes de *Pithecellobium diversifolium* foram coletadas no mês de março de 2010 na fazenda Brejo, município de Canindé do São Francisco/SE e as sementes de *Bowdichia virgilioides* no mês de março de 2008 no Assentamento Amaragi, município de Amaragi/PE. As matrizes das duas espécies foram marcadas para que pudesse receber acompanhamento por meio de uma planilha marcando a data, nome da espécie e local. As plantas mãe foram georreferenciadas com um aparelho receptor de GPS (GPSmap76CSx) e todas receberam um endereço de referência para posteriormente serem encontradas dentro da mata.

Algumas características de matrizes são comuns para todos os objetivos de produção, tais como, boa condição fitossanitária, vigor e produção de sementes. No caso das coletas de sementes para fins de revegetação ambiental, devem-se considerar apenas esses aspectos, não sendo prioritária a forma do fuste, da copa e outros aspectos produtivos (NOGUEIRA e MEDEIROS, 2007).

A coleta de sementes foi realizada seguindo-se recomendações técnicas para uma coleta adequada, sendo utilizada a tesoura de poda alta (o podão) para retirar os frutos dos galhos mais altos. Durante a coleta de sementes foi necessário coletar alguns frutos recém-caídos no solo, pois algumas matrizes de *B. virgilioides* apresentam um porte alto, o que impossibilitou o processo de coleta de frutos nas árvores, mas foram tomados todos os cuidados necessários para que fossem recolhidos apenas os frutos que estavam em melhor estado de conservação. Os lotes de sementes de *P. diversifolium* e *B.*

*virgilioides* foram formados por sementes provenientes de 9 e 11 matrizes respectivamente.

### 3.2 LOCAL DE ESTUDO

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Análise de Sementes Florestais (LASF) do Departamento de Ciência Florestal (DCFL), da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). As sementes de *P. diversifolium* estavam armazenadas em embalagens de sacos plásticos desde março de 2010 e as de *B. virgilioides*, no mesmo tipo de embalagem, desde março de 2008, na câmara seca do DCFL, cuja temperatura está regulada em  $12 \pm 2$  °C e com umidade relativa de  $38 \pm 2\%$ . Os experimentos foram conduzidos no período de fevereiro a maio de 2010.

### 3.3. PESO DE MIL SEMENTES E QUANTIDADE DE SEMENTES POR KG

Para a obtenção do peso de mil sementes foi seguida a metodologia proposta pela RAS (BRASIL, 2009), que consiste na pesagem de oito repetições de 100 sementes provenientes da porção semente pura. Calcula-se a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos valores obtidos das pesagens. O resultado da determinação foi calculado multiplicando-se por 10 o peso médio obtido das repetições de 100 sementes. Para o cálculo de número de sementes por quilo (kg), foi utilizado o processo prático da regra de três simples, com base nos resultados de peso de mil sementes para cada espécie.

### 3.4. DETERMINAÇÃO DO GRAU DE UMIDADE

Inicialmente, foi determinado o grau de umidade por meio do método de estufa de convecção mecânica a  $105 \pm 3$  °C durante 24h (BRASIL, 2009). Para essa determinação foram utilizadas duas amostras para *B. virgilioides*, contendo 100 sementes cada uma e para *P. diversifolium* outras duas amostras, contendo 45 sementes cada uma. A diferença no número de

sementes entre as espécies está relacionada ao peso médio da amostra. Pois os recipientes utilizados são de metal não corrosivo com diâmetro de 6 cm, nesse caso a RAS (BRASIL, 2009) indica que o peso médio da amostra de trabalho seja de  $4,5 \pm 0,5g$ . As amostras foram pesadas em balança analítica antes de ir para a estufa e pesadas novamente após o período de secagem, para que fosse determinado o grau de umidade nas sementes.

### 3.5 TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS

As sementes de *P. diversifolium* foram imersas em 150 ml de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$  95%) em seis béqueres, cada um com 400 sementes, por 2 minutos, posteriormente foram lavadas em água corrente por 30 segundos, para retirar o excesso de ácido e, em seguida, colocadas nos mesmos béqueres para embebição por 24h. As sementes de *B. virgilioides*, foram colocadas em dois béqueres, contendo cada um, 1200 sementes e 100 ml de ácido sulfúrico por um tempo de 5 minutos, após esse período as sementes foram lavadas em água corrente por 1 minuto e em água destilada para finalizar a remoção do ácido. As duas metodologias foram escolhidas após aplicação de alguns testes piloto em laboratório e o emprego dos tratamentos pré-germinativos foi realizado para acelerar e uniformizar a germinação dessas sementes. Apesar de ser comumente utilizado em laboratório para quebra de dormência, o ácido sulfúrico vem sendo cada vez menos indicado em experimentos, pois o seu resíduo pode chegar a contaminar cursos d'água. Fazer a neutralização ou diluição do ácido auxilia na diminuição do impacto causado pelo ácido.

### 3.6. TRATAMENTOS PROPOSTOS

Os experimentos foram conduzidos em estufas incubadoras com fotoperíodo tipo B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*), que foram previamente lavados e desinfestados com solução de hipoclorito de sódio a 33%. Foram utilizadas caixas gerbox transparentes e opacas, sendo as transparentes para luz plena e as opacas para os tratamentos na ausência de luz, com tampa e

dimensões de 11 x 11 x 3 cm. Usou-se os substratos areia lavada e esterilizada (mantida em autoclave a 120 °C por 120 minutos e posta para secar em estufa de convecção mecânica a 200 °C por 2 horas), vermiculita (que passou pelo mesmo processo de esterilização da areia), o papel mata borrão – MB (papel germiteste, entre papel com 3 folhas, sendo duas sob e uma sobre as sementes) e o papel toalha (papel germiteste, com duas folhas sob e duas sobre as sementes), os substratos de papel foram esterilizados na estufa à 105 °C por 2 horas. O substrato areia foi umedecido com água destilada colocando-se 60% da capacidade de retenção do substrato, estando de acordo com RAS (BRASIL, 2009) que faz essa indicação para as leguminosas, o mesmo procedimento foi adotado para a vermiculita que ainda não possui indicação na RAS. Para os substratos de papel a quantidade de água correspondeu a 2,5 vezes o seu peso. O papel toalha (PT) foi embalado em sacos plásticos (transparentes e opacos), para manter a umidade e protegê-lo de poeira, umidade, ou dano durante o transporte e armazenamento. Foi avaliada a luminosidade em relação à luz plena (luz branca fluorescente) e ausência de luz, a contagem das sementes nos tratamentos de ausência de luz foi realizada sob luz verde de segurança. Quanto às temperaturas, foram testadas as constantes de 25 °C e 30 °C, e a temperatura alternada de 20-30 °C (8 horas e 16 horas, respectivamente). Todos os tratamentos foram testados com quatro repetições com 25 sementes cada, resultando nos seguintes tratamentos para cada espécie (Tabela 1).

**Tabela 1.** Tratamentos aplicados nos testes de germinação, para cada uma das espécies.

Temperatura °C	Substrato	Luminosidade
25	Areia	Luz plena
25	Papel mata borrão	Luz plena
25	Vermiculita	Luz plena
25	Papel toalha	Luz plena
30	Areia	Luz plena
30	Papel mata borrão	Luz plena

30	Vemiculita	Luz plena
30	Papel toalha	Luz plena
20-30	Areia	Luz plena
20-30	Papel mata borrão	Luz plena
20-30	Vemiculita	Luz plena
20-30	Papel toalha	Luz plena
25	Areia	Ausência de luz
25	Papel mata borrão	Ausência de luz
25	Vemiculita	Ausência de luz
25	Papel toalha	Ausência de luz
30	Areia	Ausência de luz
30	Papel mata borrão	Ausência de luz
30	Vemiculita	Ausência de luz
30	Papel toalha	Ausência de luz
20-30	Areia	Ausência de luz
20-30	Papel mata borrão	Ausência de luz
20-30	Vemiculita	Ausência de luz
20-30	Papel toalha	Ausência de luz

---

### 3.7. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises estatísticas foram realizadas por meio de delineamento inteiramente casualizado, conduzido em esquema fatorial 3 x 4 x 2 (3 temperaturas, 4 substratos e 2 tipos de luminosidades). A germinação foi avaliada diariamente por contagem direta em dois momentos, no primeiro as sementes foram consideradas germinadas após a protrusão da radícula ( $\geq 2$  mm) e, no segundo momento com a formação da plântula normal. O índice de velocidade de germinação foi determinado utilizando-se a fórmula proposta por Maguire (1962):

$IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$ , em que:

IVG - Índice de velocidade de germinação de radícula.

G1, G2,..., Gn - números de sementes germinadas na primeira, segunda... e última contagens.

N1, N2,..., Nn - número de dias da semente à primeira, à segunda... e à última contagens.

As médias do IVG, da primeira contagem, do percentual de germinação, do número de plântulas normais, do comprimento de raiz e parte aérea e da massa verde e seca das plântulas, com e sem cotilédones foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott, por meio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

### 3.8. IMAGENS DAS PLÂNTULAS

Todas as plântulas normais e anormais de cada um dos tratamentos foram fotografadas, visando à observação das imagens via computador. As plântulas foram dispostas de modo paralelo entre elas, tendo uma folha branca centimetrada como plano de fundo para destacar todas as suas partes, evitando-se assim que raízes de plântulas diferentes pudessem se encostar. O mesmo cuidado foi considerado para os cotilédones, impedindo-os que se tocassem. As imagens servirão como base comprobatória da germinação e do desenvolvimento e caracterização das plântulas, auxiliando na padronização dos métodos indicados.

### 3.9. AVALIAÇÕES DO EXPERIMENTO

Para a espécie *B. virgilioides* as análises de germinação e desenvolvimento foram realizadas aos 21 dias após a semente, quando a contagem de plântulas normais se estabilizou. Essa mesma análise foi feita para a espécie *P. diversifolium* aos 18 dias. Foi efetuada a medição do comprimento da raiz e da parte aérea das plântulas utilizando uma régua graduada. Avaliou-se a relação de massa verde com e sem cotilédones e, para a sua retirada foram utilizados estiletes, tesoura de ponta e pinça, de modo a

não deixar alguma parte dos mesmos nas plântulas. Posteriormente, as plântulas consideradas normais de acordo com a RAS (BRASIL, 2009), foram acondicionadas por tratamento, em sacos de papel postos a secar em estufa de convecção mecânica, a uma temperatura de  $\pm 70$  °C, até atingir peso constante. Os resultados obtidos com o potencial germinativo serviram para recomendar a melhor temperatura, luminosidade e o tipo de substrato mais adequado para a germinação dessas sementes, em condições de laboratório. Os dados provenientes da melhor metodologia dos experimentos para cada espécie serão analisados, para que seja possível definir os procedimentos para ser aplicado em projetos de validação de métodos oficiais de análise de germinação, a partir da submissão desses dados à análise de laboratório credenciado junto ao Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. *BOWDICHIA VIRGILIOIDES* KUNTH

#### 4.1.1. Peso de mil sementes e número de sementes por kg

Na presente pesquisa, o peso de mil sementes foi de 20,25 g, cujo coeficiente de variação encontrado foi de 0,90%, estando dentro do valor de qualidade indicado na RAS (BRASIL, 2009). O número de sementes por quilo obtido foi de 49.382 sem/kg.

Em experimentos realizados com *B. virgilioides*, Andrade et al. (1997) e Ferronato, Dignart e Camargo (2000), o peso de mil sementes obtidos foram 25,9 e 24,53 g respectivamente, superiores ao encontrado no presente trabalho de 20,25 g. Enquanto que o resultado obtido por Gonçalves et al. (2008) de 21,197 g., está mais próximo ao resultado calculado. Em relação ao número de sementes por quilo os resultados obtidos foram de 38.610, 40.799 e 47.175 sem/kg respectivamente, diferenciando do resultado obtido nesse experimento. Tal diferença entre os valores pode ter acontecido por fatores relacionados aos lotes utilizados serem de procedências diferentes, ou ao tempo de

armazenamento do lote, que pode afetar a qualidade fisiológica das sementes. Essas diferenças também podem ser devido ao ponto de maturação fisiológica, estágio onde a semente encontra-se com a sua máxima capacidade germinativa e vigor que pode ser analisado em parâmetros como a coloração, teor de umidade, densidade, tamanho e peso dos frutos e sementes (POPINIGIS, 1985).

#### 4.1.2 Grau de umidade

O grau de umidade obtido nas amostras de *B. virgilioides* foi de 8,7%. Em experimentos com a mesma espécie, Andrade et al. (1997), Ferronato, Dignart e Camargo (2000) e Gonçalves et al. (2008), obtiveram valores de 8,7, 9,0 e 9,1%, respectivamente, semelhante ao que foi encontrado nessa pesquisa. Para Albuquerque e Guimarães (2007), o valor do grau de umidade foi de 10,0%, acima do calculado no presente trabalho.

#### 4.1.3 Germinação em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades

A primeira contagem do experimento se deu com 7 dias de avaliação do experimento. O encerramento foi aos 21 dias após a semeadura, após ser realizada a contagem final, momento em que a formação das plântulas se estabilizou, determinando o número de plântulas normais, de acordo com as indicações da RAS (BRASIL, 2009).

Na primeira contagem houve diferença significativa entre os tratamentos empregados, ocorrendo no geral melhores valores na temperatura constante de 30 °C. Foi observado um decréscimo nos tratamentos que estavam na temperatura alternada de 20-30 °C (Tabela 2).

**Tabela 2.** Primeira contagem (PC) de *Bowdichia virgilioides* Kunth, a partir da formação da plântula normal, em diferentes substratos e temperaturas, aos 7 dias após o início do teste de germinação

		PC (%)			
		Substrato			
Luz	Temperatura	Areia	Verm	MB	PT
Presença	25 °C	14,0 Db	52,4 Aa	29,6 Bb	48,6 Ab
Presença	20-30 °C	22,6 Ca	39,1 Bb	34,3 Bb	51,2 Aa
Presença	30 °C	18,4 Bb	52,3 Aa	49,4 Aa	53,4 Aa

CV (%) = 13.42

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: Papel toalha.

Os resultados de IVG demonstram que o processo de germinação das sementes com tratamentos em ambiente sem luz foi gradualmente mais lento que nas sementes em ambiente com luminosidade contínua. No substrato entre areia apresentou os índices mais baixos, com valor de 1,02 e 1,1 sem a presença de luz e 1,76 em ambiente com luminosidade. Nessas ocasiões as temperaturas empregadas foram de 25, 30 e 25 °C, respectivamente (Tabela 3).

**Tabela 3.** Índice de velocidade de germinação (IVG) de *Bowdichia virgilioides* Kunth, em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades

		IVG			
		Substrato			
Luz	Temperatura	Areia	Verm	MB	PT
Ausência	25 °C	1,10 Bc	1,87 Ac	1,29 Bd	1,68 Ac
Ausência	20-30 °C	1,26 Bc	1,96 Ac	1,97 Ad	2,02 Ac
Ausência	30 °C	1,02 Bc	1,65 Ac	1,17 Bc	1,72 Ac
Presença	25 °C	1,76 Db	5,28 Aa	2,67 Cb	4,38 Ba
Presença	20-30 °C	2,26 Ca	5,48 Aa	2,98 Cb	3,92 Bb
Presença	30 °C	1,94 Ca	4,56 Ab	3,49 Ba	4,01 Ab

CV (%) = 18.38

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: Papel toalha.

Para a análise de vigor, o substrato entre vermiculita em ambiente de luz, propiciou os melhores valores de IVG, nas temperaturas de 25 e 20-30 °C. Albuquerque et al. (2007), utilizando as mesmas variáveis de temperatura e luminosidade, ao analisarem o índice de velocidade de germinação por emissão de radícula em sementes de *B. virgilioides*, concluíram que a interação entre a luminosidade e a temperatura foi significativa, sendo que os maiores índices foram para os ambientes sem luz nas temperaturas constantes de 25 e 30 °C e na alternada entre 20-30 °C, essa última temperatura também expressou o melhor índice para sementes com tratamento em ambiente com luz. Essa divergência de resultado por ser explicado pelo fato da presente pesquisa, observar a desde a emissão da radícula até a formação da plântula, observando-se que não houve desenvolvimento completo da mesma em ambiente sem luminosidade.

Em relação à porcentagem de germinação a partir da emissão de radícula, foi observado que a temperatura de 30 °C foi amplamente favorável à germinação no ambiente com luminosidade para os substratos papel toalha, mata borrão e entre vermiculita, que apresentaram valor de porcentagem de germinação de 82, 81 e 86%, respectivamente, não diferindo estatisticamente entre eles. A temperatura constante de 25 °C promoveu uma boa germinação para a *B. virgilioides*, nos substratos papel toalha (79%) e entre vermiculita (81%) na presença de luz, enquanto que na ausência de luminosidade os valores de germinação foram significativamente mais baixos (Tabela 4).

**Tabela 4.** Porcentagem de germinação de *Bowdichia virgilioides* Kunth observando-se a emissão de radícula em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, 2 dias após a semeadura

		%G			
		Substrato			
Luz	Temperatura	Areia	Verm	MB	PT
Ausência	25 °C	44 Cc	64 Ab	56 Bb	51 Bc
Ausência	20-30 °C	40 Cc	55 Bc	47 Cc	66 Ab
Ausência	30 °C	38 Cc	62 Ab	49 Bc	62 Ab
Presença	25 °C	51 Bb	81 Aa	58 Bb	79 Aa
Presença	20-30 °C	65 Ca	86 Aa	76 Ba	78 Ba
Presença	30 °C	59 Bb	86 Aa	81 Aa	82 Aa

CV (%) = 5.44

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

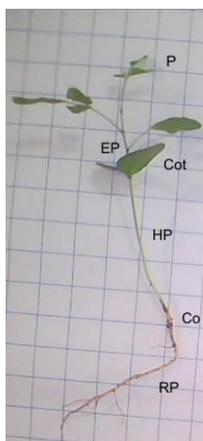
Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: Papel toalha.

Os menores valores de porcentagem são observados para o substrato entre areia na ausência de luz, para as três temperaturas aplicadas, o papel toalha também apresentou baixa porcentagem de germinação, na temperatura de 25 °C sem a presença de luz. Os melhores valores de germinação em ambiente de luz podem ser explicados pelo fato da espécie ser pioneira, pois segundo Pearson et al. (2003), espécies pioneiras e colonizadoras de clareiras geralmente dependem de luz incidindo sobre o solo, por períodos prolongados, para desencadear o processo de germinação. Segundo Ferreira e Borghetti (2004), essa variação, de germinação e velocidade de germinação, na resposta à luz, depende da fluência luminosa e da quantidade de luz absorvida pelas sementes.

Na avaliação da porcentagem de germinação de sementes de *B. virgilioides*, Albuquerque e Guimarães (2007) observaram que os maiores valores ocorreram na temperatura constante de 25 °C e na alternada de 20-30 °C, corroborando com os resultados obtidos nesta pesquisa.

#### 4.1.4 Descrição da plântula

Segundo a classificação de Miquel (1987), *B. virgilioides* possui germinação fanero-epígeo-foliáceas, em que os cotilédones são erguidos acima do nível do solo após a germinação possuindo forma delgada e com função fotossintetizante. A germinação tem início com dois dias após a semeadura, quando ocorre a protrusão da radícula. Possui raiz primária de cor marrom clara variando entre 4,3 e 8,2 cm, raízes secundárias pouco numerosas. Colo marrom claro, hipocótilo variando de 2,1 a 4,4 cm com coloração esbranquiçada, cotilédones largamente elípticos, planos de coloração verde clara. Epicótilo com comprimento entre 2,6 e 7,0 cm e de cor verde clara e folíolos opostos com base obtusa e ápice agudo (Figura 1).



**Figura 1.** Plântula de *Bowdichia virgilioides* Kunth aos 29 dias, apresentando: RP - raiz primária bem desenvolvida; Co – colo; HP – hipocótilo; Cot – cotilédones; EP – epicótilo; P – protófilos.

#### 4.1.5 Plântulas normais em diferentes substratos e temperaturas

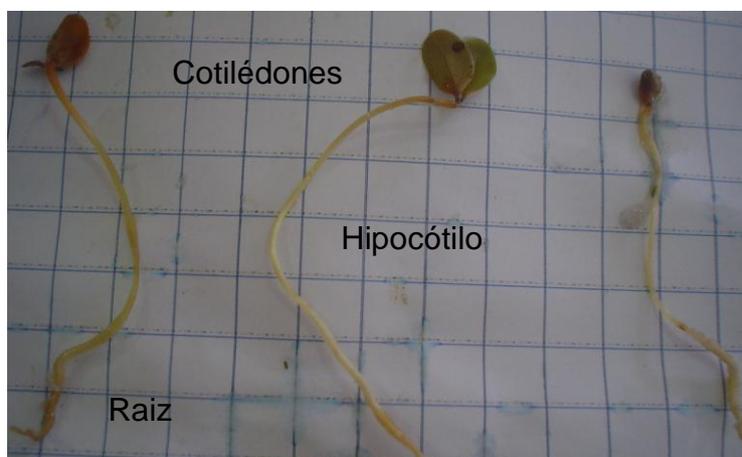
Após o 21º dia do teste de germinação foi realizada a contagem final, para avaliação do número de plântulas normais. Apesar da estabilização da contagem o experimento os tratamentos que estavam no ambiente de luz foram desmontados apenas aos 29 dias, para melhor observação e descrição do desenvolvimento da plântula, com a formação dos segundo par de folhas.

De acordo com a RAS (BRASIL, 2009), uma plântula normal deve apresentar as seguintes estruturas essenciais: sistema radicular, parte aérea (hipocótilo, epicótilo), gemas terminais e cotilédones. Contudo, a RAS especifica que se a espécie for arbórea e possuir germinação epígea, a

plântula pode ser considerada normal se a raiz primária e o hipocótilo juntos excederem em quatro vezes o comprimento da semente, e que todas as estruturas envolvidas estejam intactas. Para a espécie *B. virgilioides*, foi possível observar que a plântula normal se formou quando a raiz primária e o hipocótilo juntos excederam em quatro vezes o comprimento da semente, ao 21º dia contados a partir do início do teste de germinação.

Em relação aos tratamentos que estavam em ambiente sem luz, o experimento perdurou até o 60º dia após a germinação, pois as sementes que emitiram radícula não completaram o seu desenvolvimento ao final de 21 dias. Observou-se que, após ocorrer à germinação a partir da emissão da radícula em ambiente sem luminosidade, as plântulas foram mantidas no escuro pleno, prejudicando diretamente o seu desenvolvimento final.

No presente trabalho, observou-se que a presença de luz foi o fator que mais influenciou o teste de germinação. Nas plântulas mantidas em ambiente ausente de luz foi observado que as raízes primárias ficaram fracas e finas e a maioria dos cotilédones conservou-se descoloridos, com tom levemente amarelado, durante o tempo do experimento, além de não ter ocorrido o desenvolvimento do epicótilo e dos protófilos (Figura 2).



**Figura 2.** Plântulas de *Bowdichia virgilioides* Kunth, provenientes do substrato papel toalha a 25 °C em ambiente sem luminosidade, aos 60 dias

As maiores porcentagens de plântulas normais de *B. virgilioides* ocorreram na temperatura de 30 °C, com os substratos papel toalha, cujo valor foi de 80% e entre vermiculita, que apresentou valor de 82%. Além desses, o substrato entre vermiculita em temperatura de 25 °C desenvolveu 81% de plântulas normais, não ocorrendo diferença estatística entre esses substratos

(Tabela 5). Contudo, o substrato entre areia proporcionou os valores mais baixos nas três temperaturas utilizadas, que foram de 39, 52 e 39%, nas temperaturas de 25, 20-30 e 30 °C, respectivamente, e o substrato mata borrão apresentou valor mais baixo na temperatura de 25 °C, com 52% de plântulas normais. A utilização do substrato entre areia para o desenvolvimento inicial de *B. virgilioides* não se mostrou adequada, principalmente pela dificuldade em manter o nível de umidade suficiente para as sementes e plântulas, de modo que não faltasse água, nem houvesse excessos que prejudicassem a circulação de oxigênio, mas foi possível notar que a água se distribui de maneira desuniforme nesse substrato, muitas vezes drenando para a parte mais baixa das gerboxes, fazendo com que a primeira camada de substrato ficasse rapidamente com baixos níveis de água, dificultando assim o seu reumedecimento.

**Tabela 5.** Número de plântulas normais de *Bowdichia virgilioides* Kunth, em diferentes substratos e temperaturas, aos 21 dias após o início do teste de germinação

Temperatura	Plântulas normais			
	Substrato			
	Areia	Verm	MB	PT
25 °C	39 Db	81 Aa	52 Cc	68 Bc
20-30 °C	52 Ca	72 Ab	60 Bb	74 Ab
30 °C	39 Cb	82 Aa	70 Ba	80 Aa

CV (%) = 4,27

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: Papel toalha.

Observando-se os valores de germinação a partir da emissão da radícula na Tabela 3 e do número de plântulas normais na Tabela 4, percebe-se que as sementes germinadas no escuro não completaram o seu desenvolvimento e nem se tornaram plântulas normais. O substrato papel toalha na temperatura de 30 °C, obteve 82% de suas sementes germinadas a partir da emissão de radícula, mantendo praticamente o mesmo valor quando foi observado seu desenvolvimento inicial e feita a posterior contagem de plântulas normais, que foi de 80%.

O substrato entre vermiculita nas temperaturas de 25 e 30 °C, os valores de emissão de radícula foram de 86% para ambas as temperaturas, enquanto que os valores de plântulas normais foram de 81 e 82%, respectivamente, observando-se assim valores similares entre as duas variáveis analisadas. Apesar da vermiculita ainda não possuir uma indicação na RAS (BRASIL, 2009), é possível notar que sua aplicação na área de tecnologia de sementes é ampla, principalmente quando se tem o interesse de estudar a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas.

Segundo Ugarte (2005), a vermiculita é bastante utilizada em viveiros como substrato, por promover a aeração para as sementes, enquanto retém umidade e estimula a absorção de nutrientes através das raízes das plantas. Essas características estão relacionadas à sua estrutura, visto que esse substrato é do grupo de silicatos hidratados, formados com camada de moléculas de água que intercala as camadas de alumínio e silício na estrutura do mineral.

É importante realizar estudos de germinação com base no desenvolvimento e no número de plântulas normais, e não simplesmente do início da germinação a partir da emissão de radícula, já que esse tipo de teste auxilia bastante na análise de um lote, dependendo da espécie estudada, mas que em muitas situações pode não representar a qualidade do mesmo.

Demuner et al. (2008) realizaram teste de germinação com sementes oriundas na Mata Atlântica de *Erythrina verna* Vell. Os autores verificaram que a germinação, contada a partir da emissão da radícula, ocorreu tanto em ambiente de escuro, quanto em ambiente sob fotoperíodo de 12h. E o processo germinativo apresentou uma faixa ampla de temperatura, sendo a faixa ótima entre 20° e 25°C. Esses resultados, de germinação por emissão de radícula e a faixa ótima de temperatura, são semelhantes aos observados na presente pesquisa, sugerindo que ambas as espécies podem se desenvolver em formações secundárias e matas abertas. Observou-se que *B. virgilioides* apresenta dormência tegumentar similar à *E. verna*.

Bewley e Black (1994) relatam que a temperatura é um fator capaz de afetar a germinação e a velocidade em que esta ocorre, pois as sementes apresentam condições de germinar e se desenvolver sob faixa de temperatura específica para cada espécie, e que o tempo necessário para se alcançar a

melhor porcentagem de germinação varia com a temperatura utilizada. Para Marcos Filho (2005), a temperatura ótima para a germinação da maioria das espécies está entre 20 e 30 °C e a máxima entre 35 e 40 °C. De acordo com Ramos, Valera e Melo (2006), essas diferentes respostas das sementes nas mais variadas temperaturas demonstram que algumas espécies respondem bem tanto à temperatura constante como à alternada.

Albuquerque e Guimarães (2007) em pesquisa realizada com sementes de *B. virgilioides*, observaram que a condição de luz não influenciou na resposta do fitocromo à promoção da germinação, concluindo que essa espécie é indiferente à luz. Ressalta-se que os autores consideraram germinadas aquelas sementes que apresentavam comprimento radicular maior que 2 mm, porém os mesmos não acompanharam o desenvolvimento das plântulas. Resultados similares aos obtidos no presente trabalho, quando foi considerada a germinação por meio da emissão de radícula. Porém levando em consideração a formação das plântulas em ambiente sem luminosidade, verificou-se que não ocorreu seu desenvolvimento final.

#### 4.1.6 Plântulas anormais

Após os 21 dias de experimento, as plântulas foram analisadas para identificação de possíveis anormalidades em sua formação, como raiz primária pouco desenvolvida com extremidade necrosada, ou epicótilo atrofiado, reduzido ou necrosado.

Observou-se que, independentemente da temperatura utilizada, em geral, o substrato entre areia proporcionou as maiores quantidades de plântulas anormais. No substrato entre vermiculita, na temperatura constante de 25 °C o resultado obtido foi satisfatório, apresentando a mais baixa quantidade de plântulas anormais, juntamente com o substrato papel toalha na temperatura de 30 °C (Tabela 6). Esses resultados seguiram a mesma tendência do que foi observado para germinação e formação de plântulas normais.

**Tabela 6.** Número de plântulas anormais de *Bowdichia virgilioides* Kunth, em diferentes substratos e temperaturas, aos 21 dias após o início do teste de germinação

Plântulas anormais				
Temperatura	Substrato			
	Areia	Verm	MB	PT
25 °C	12 Ab	3 Bb	11 Ab	11 Aa
20-30 °C	13 Ab	8 Ba	14 Aa	9 Ba
30 °C	17 Aa	7 Ca	11 Bb	4 Cb

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: Papel toalha.

#### 4.1.7 Sementes duras, dormentes e mortas

De acordo RAS (BRASIL, 2009), devido à impermeabilidade do tegumento sementes duras são relativamente comuns em determinadas espécies, particularmente nas pertencentes à família Fabaceae.

O número de sementes duras foi significativamente diferente entre os substratos utilizados, sendo que no substrato entre areia, em todas as temperaturas, ocorreram os maiores valores. Ainda nesse substrato, a temperatura de 25 °C foi a que mais apresentou sementes nessas condições (23), ficando bem superior aos demais. O substrato entre vermiculita foi o que apresentou o menor número de sementes duras, interagindo positivamente com as temperaturas constantes de 25 e 30 °C, com valores de 6 e 8 sementes duras, respectivamente. Os substratos entre papel mata borrão (MB) e papel toalha (PT) também apresentaram valores baixos, com 9 sementes duras cada um (Tabela 7).

**Tabela 7.** Número de sementes duras de *Bowdichia virgilioides* Kunth, em diferentes substratos e temperaturas, aos 21 dias após o início do teste de germinação

Sementes duras				
Temperatura	Substrato			
	Areia	Verm	MB	PT
25 °C	23 Aa	8 Cb	17 Ba	11 Ca
20-30 °C	17 Ab	11 Ba	15 Aa	10 Ba
30 °C	18 Ab	6 Bb	9 Bb	9 Ba

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: Papel toalha.

Segundo RAS (BRASIL, 2009), sementes dormentes possuem a capacidade de absorver água e intumescer, mas em geral não germinam nem apodrecem até o final do teste. Seguindo a mesma tendência, o substrato entre areia na temperatura de 25 °C apresentou o maior número de sementes dormentes, não diferenciando do substrato entre papel mata borrão na mesma temperatura (Tabela 8). Mais uma vez, o substrato entre vermiculita obteve menores valores, com 3 sementes dormentes, tanto na temperatura de 25 °C, como na de 30 °C.

**Tabela 8.** Número de sementes dormentes de *Bowdichia virgilioides* Kunth em diferentes substratos e temperaturas, aos 21 dias após o início do teste de germinação

Sementes dormentes				
Temperatura	Substrato			
	Areia	Verm	MB	PT
25 °C	15 Aa	3 Cb	13 Aa	7 Ba
20-30 °C	10 Ab	6 Ba	7 Bb	5 Bb
30 °C	13 Aa	3 Cb	8 Bb	4 Cb

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: Papel toalha.

De acordo com a RAS (BRASIL, 2009), sementes mortas geralmente têm aspecto de amolecidas, estando algumas atacadas por microorganismo, e sem a indicação de entrar em processo de germinação.

A quantidade de sementes mortas encontrada ao fim dos 21 dias variou de acordo com os tratamentos aplicados. O substrato papel toalha nas três temperaturas, e o substrato entre vermiculita nas temperaturas de 20-30 e 30 °C expressaram os valores mais baixos de sementes mortas, confirmando serem substratos propícios para a germinação dessa espécie em laboratório. Como observado anteriormente, o substrato entre areia se mostrou o menos indicado para o desenvolvimento inicial de plântulas de *B. virgilioides*, apresentando os mais altos valores de sementes mortas, que foi de 11, 8 e 10, para as respectivas temperaturas de 25, 20-30 e 30 °C (Tabela 9).

**Tabela 9.** Número de sementes mortas de *Bowdichia virgilioides* Kunth em diferentes substratos e temperaturas, aos 21 dias após o início do teste de germinação

Temperatura	Sementes mortas			
	Substrato			
	Areia	Verm	MB	PT
25 °C	11 Aa	5 Ba	7 Ba	3 Ca
20-30 °C	8 Ab	3 Bb	4 Bb	2 Ba
30 °C	10 Aa	2 Bb	2 Bb	3 Ba

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: Papel toalha.

#### 4.1.8 Comprimento de raiz e de parte aérea das plântulas normais

Com a retirada das plântulas anormais, sementes duras, dormentes e mortas dos tratamentos, as plântulas normais foram mantidas até o 29º dia do experimento, para atingirem maior estágio de desenvolvimento, objetivando fazer uma descrição mais detalhada das mesmas.

Os substratos entre areia e mata borrão apresentaram as médias mais baixas de comprimento de raiz. Os substratos que apresentaram os melhores comprimentos de raiz foram o papel toalha e o entre vermiculita nas temperaturas constantes de 30 °C, havendo poucas combinações nas interações entre as temperaturas com os substratos (Tabela 10). O papel

toalha apresenta, como principal vantagem, o espaçamento entre uma semente e a outra, oferecendo assim melhor condição para crescimento da plântula.

**Tabela 10.** Comprimento de raízes de plântulas (cm) por tratamento, de *Bowdichia virgilioides* Kunth, em diferentes substratos e temperaturas, aos 29 dias após o início do teste de germinação

Temperatura	Comprimento raiz (cm)			
	Substrato			
	Areia	Verm	MB	PT
25 °C	5,1 Ba	7,2 Aa	4,7 Bb	7,2 Ab
20-30 °C	4,3 Ba	5,9 Ab	6,8 Aa	6,8 Ab
30 °C	4,8 Ba	7,8 Aa	5,7 Ba	8,2 Aa

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: Papel toalha.

Semelhante ao que ocorreu com o comprimento de raízes, no comprimento da parte aérea o substrato papel toalha sob as temperaturas de 30 e de 20-30 °C e o substrato entre vermiculita nas temperaturas constantes de 30 e 25 °C propiciaram melhores valores, estando todos esses tratamentos semelhantes estatisticamente entre si. O substrato entre areia mais uma vez foi responsável pelas plântulas com menor valor médio de comprimento parte área em todas as temperaturas testadas (Tabela 11).

**Tabela 11.** Comprimento da parte aérea de plântulas (cm) por tratamento, de *Bowdichia virgilioides* Kunth, em diferentes substratos e temperaturas, aos 29 dias após o início do teste de germinação

Temperatura	Comprimento parte aérea (cm)			
	Substrato			
	Areia	Verm	MB	PT
25 °C	2,6 Ca	6,1 Aa	4,7 Ba	4,0 Bb
20-30 °C	3,3 Ba	4,2 Bb	5,8 Aa	6,1 Aa
30 °C	3,2 Ba	6,9 Aa	4,1 Bb	7,0 Aa

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: Papel toalha.

#### 4.1.9 Massa verde e massa seca de plântulas com e sem cotilédones

Nos substratos entre vermiculita nas temperaturas de 25 e 30 °C e papel toalha na temperatura de 30 °C apresentaram os valores mais elevados de massa verde das plântulas com cotilédones por tratamento. Mais uma vez, o substrato entre areia na temperatura de 30 °C e o substrato entre papel mata borrão na temperatura alternada de 20-30 °C, apresentaram os valores mais baixos (Tabela 12).

**Tabela 12.** Quantidade de massa verde de plântulas com cotilédones, de *Bowdichia virgilioides* Kunth, em diferentes substratos e temperaturas, aos 29 dias após o início do teste de germinação

Massa verde com cotilédones (g/plântulas)				
Temperatura	Substrato			
	Areia	Verm	MB	PT
25 °C	2,93 Ba	4,86 Aa	2,75 Ba	3,26 Ba
20-30 °C	3,50 Aa	3,82 Ab	2,43 Ba	2,68 Bb
30 °C	1,87 Cb	4,47 Aa	3,26 Ba	4,11 Aa

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: Papel toalha.

Após a pesagem da massa verde as plântulas foram levadas para secagem em estufa a uma temperatura de  $\pm 70$  °C, até atingir peso constante, Posteriormente as mesmas foram pesadas para analisar os dados referentes à massa seca. O substrato que proporcionou o maior valor de massa seca com cotilédones foi o papel toalha na temperatura de 30 °C (1,40 g), seguido pelos valores obtidos com o substrato entre vermiculita nas temperaturas constantes de 25 e 30 °C, cujos valores apresentados foram de 1,22 e 1,23 g, resultando nos tratamentos que continham as plântulas mais vigorosas. Por outro lado, o substrato entre areia na temperatura de 30 °C foi o que proporcionou o menor valor de massa seca, com apenas 0,34 g, significativamente inferior que as demais interações (Tabela 13). Observando-se a Tabela 5, do número de plântulas normais, é possível confirmar que os tratamentos do substrato entre areia vêm exprimindo valores mais baixos, desde a primeira contagem até o número de plântulas normais, culminando na formação de plântulas menos vigorosas.

**Tabela 13.** Quantidade de massa seca de plântulas com cotilédones, de *Bowdichia virgilioides* Kunth, em diferentes substratos e temperaturas, aos 29 dias após o início do teste de germinação

Massa seca com cotilédones (g/plântulas)				
Temperatura	Substrato			
	Areia	Verm	MB	PT
25 °C	0,55 Ba	1,22 Aa	0,80 Ba	0,67 Bb
20-30 °C	0,82 Aa	0,77 Ab	0,86 Aa	0,75 Ab
30 °C	0,34 Ca	1,23 Aa	0,52 Bb	1,40 Aa

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: Papel toalha.

Em relação aos tratamentos sem cotilédones, os resultados de massa verde podem ser observados na Tabela 14, em que o substrato papel toalha na temperatura de 30 °C e entre vermiculita a 25 e 30 °C proporcionaram maiores valores. Na mesma frequência que veio ocorrendo durante todo o experimento, o substrato entre areia na temperatura de 30 °C apresentou o menor valor de massa verde (0,94 g).

**Tabela 14.** Quantidade de massa verde de plântulas sem cotilédones, de *Bowdichia virgilioides* Kunth, em diferentes substratos e temperaturas, aos 29 dias após o início do teste de germinação

Massa verde sem cotilédones (g/plântulas)				
Temperatura	Substrato			
	Areia	Verm	MB	PT
25 °C	1,17 Db	2,52 Aa	1,58 Cb	2,02 Ba
20-30 °C	1,63 Aa	1,80 Ac	1,23 Bc	1,74 Ab
30 °C	0,94 Cb	2,13 Ab	1,41 Ba	2,27 Aa

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: Papel toalha.

Mesmo com a retirada dos cotilédones os substratos entre vermiculita na temperatura de 25 °C e papel toalha, na temperatura de 30 °C proporcionaram os maiores valores de massa seca, enquanto o substrato entre areia expressou os valores mais baixos (Tabela 15).

**Tabela 15.** Quantidade de massa seca de plântulas sem cotilédones, de *Bowdichia virgilioides* Kunth, em diferentes substratos e temperaturas, aos 29 dias após o início do teste de germinação

Massa seca sem cotilédones (g/plântulas)				
Temperatura	Substrato			
	Areia	Verm	MB	PT
25 °C	0,17 Cb	0,66 Aa	0,35 Ba	0,35 Ba
20-30 °C	0,79 Aa	0,32 Bb	0,47 Ba	0,48 Ba
30 °C	0,18 Cb	0,38 Ba	0,40 Ba	0,68 Aa

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: Papel toalha.

Apesar da vermiculita ainda não ser um substrato indicado pela RAS (BRASIL, 2009), espera-se que esse procedimento seja realizado e o mesmo possa vir a integrar as Regras para Análise de Sementes, pois a vermiculita é bastante utilizada em laboratório e, geralmente, propicia altos valores de germinação, sendo um substrato de rápida esterilização, com distribuição de água mais uniforme nas caixas gerboxes e permite uma boa manipulação das plântulas em desenvolvimento. O substrato entre areia nas temperaturas de 25 °C e 30 °C foi responsável pelo mais baixo valor de massa seca, obtendo 0,17 e 0,18 g em seus respectivos tratamentos.

Observando-se a Tabela 5, relativa ao número de plântulas normais, nota-se os melhores valores de massa seca sem cotilédones foram propiciados no substrato entre vermiculita e papel toalha, em que ocorrem os maiores valores de plântulas normais e massa seca com cotilédones.

Albuquerque e Guimarães (2007), em trabalho realizado com sementes de *B. virgilioides*, relataram que a produção de massa seca não foi afetada pela condição de luz, mas expressou valores semelhantes para as temperaturas de 20, 25 e 30 °C, ocorrendo uma redução nos valores de massa seca na temperatura de 35 °C. Em relação à condição de luminosidade, a presente pesquisa não realizou a análise da produção de massa seca para os tratamentos em ambiente sem luz, pois os mesmos não completaram o desenvolvimento inicial das plântulas, enquanto que no experimento realizado pelos sobreditos autores, o experimento considerou a emissão da radícula para

contabilizar a germinação das sementes e produção de massa seca. Por outro lado, em relação às temperaturas utilizadas, foi possível perceber que em ambas as pesquisas as temperaturas entre 20 e 30 °C expressaram maiores valores de massa seca, sugerindo que essa faixa de temperatura contribuiu significativamente para a germinação e desenvolvimento inicial das plântulas de *B. virgilioides*.

## 4.2 PITHECELLOBIUM DIVERSIFOLIUM BENTH.

### 4.2.1 Peso de mil sementes e número de sementes por kg

As sementes de *P. diversifolium* tiveram o peso de mil sementes estimado em 110,17 g, com o coeficiente de variação de 1,05%, não sendo necessário realizar nova pesagem, pois o valor ficou dentro do limite de 4%, estipulado pela RAS (BRASIL, 2009). Já o valor de sementes por quilo do lote utilizado foi de 9.076 sem/kg.

### 4.2.2 Determinação do grau de umidade

O resultado grau de umidade para *P. diversifolium* foi de 10,02%. Segundo Hoppe et al. (2004), espécies que geralmente possuem sementes ortodoxas mantêm sua viabilidade com teores de umidade entre 8 e 12%, ficando pouco susceptíveis à deterioração por agentes bióticos ou pela queima de suas reservas.

### 4.2.3 Germinação em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades

As sementes iniciaram o processo de germinação, através da formação da plântula com 3 dias, quando foi realizada a primeira contagem (Tabela 16), sendo avaliadas diariamente até o 18º dia, tempo em que foi observado que não ocorreu mais variação na germinação. De acordo com Popinigs (1985), a primeira contagem é muito utilizada em teste de germinação com a finalidade

de obter um índice de vigor do lote de sementes, pois quanto maior a porcentagem de germinação na primeira contagem, maior o vigor do lote de sementes.

**Tabela 16.** Primeira contagem (PC) de *Pithecellobium diversifolium* Benth., em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, aos 3 dias após o início do teste de germinação

PC (%)					
Luz	Temperatura	Substrato			
		Areia	Verm	MB	PT
Ausência	25 °C	16,2 Cb	23,6 Bc	21,9 Bc	52,8 Aa
Ausência	20-30 °C	12,4 Dc	21,2 Cc	34,6 Bb	52,1 Aa
Ausência	30 °C	19,7 Cb	27,9 Bc	23,2 Bb	47,8 Ab
Presença	25 °C	23,1 Ca	36,7 Bb	31,3 Bb	50,7 Aa
Presença	20-30 °C	17,1 Cb	49,8 Aa	32,8 Bb	55,4 Aa
Presença	30 °C	24,5 Ca	51,7 Aa	40,1 Ba	53,4 Aa

CV (%) = 15.32

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: papel toalha.

Com os dados da Tabela 16, nota-se que o substrato entre areia propiciou os valores mais baixos de porcentagem de sementes que emitiram radícula, enquanto que o papel toalha expressou os melhores valores. Apesar da facilidade da observação das sementes, que os substrato de papel possuem em relação aos outros utilizados, a contagem da germinação foi feita de maneira bastante minuciosa, para evitar erros na ocasião da análise dessa variável. Portanto, a diferença entre os tratamentos pode estar mais relacionada à velocidade e uniformidade de germinação, que foram superiores no substrato papel toalha. A luminosidade não foi um fator que influenciou significativamente o início do processo germinativo das sementes de *P. diversifolium*, dado que não foi observado decréscimo na porcentagem de primeira contagem entre os tratamentos em ambiente com e sem luz.

Observando os valores de IVG (Tabela 17), é possível perceber que o tempo de germinação variou bastante entre os substratos e no ambiente em que estavam expostos. Em geral, os tratamentos em ambiente de luz emitiram

radícula mais rapidamente se comparado àqueles que estavam em ambiente sem luz.

**Tabela 17.** Índice de velocidade de germinação de *Pithecellobium diversifolium* Benth., observando a emissão de radícula em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades

IVG					
Luz	Temperatura	Substrato			
		Areia	Verm	MB	PT
Ausência	25 °C	3,43 Bb	2,17 Cc	2,52 Cc	9,04 Aa
Ausência	20-30 °C	3,41 Bb	3,22 Bc	4,59 Ab	9,06 Aa
Ausência	30 °C	2,87 Cc	5,37 Bb	5,82 Ba	8,06 Ab
Presença	25 °C	4,21 Bb	8,49 Aa	4,60 Bb	9,19 Aa
Presença	20-30 °C	2,07 Cc	7,61 Aa	3,00 Bc	8,11 Ab
Presença	30 °C	6,98 Ba	8,39 Aa	5,80 Ca	8,11 Ab

CV (%) = 12.76

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: papel toalha.

Apenas o substrato papel toalha (PT) manteve valores de IVG com pouca variação, havendo nesse caso uma tendência a germinar mais rapidamente em ambiente sem luz, na temperatura de 25 °C e na alternada de 20-30 °C, com valores de 9,04 e 9,06, não diferindo estatisticamente quando em ambiente com luz na temperatura constante de 25 °C, na qual o valor foi de 9,19. No substrato vermiculita também houve valores altos de IVG para os tratamentos que permaneceram em ambientes de luz, independente da temperatura utilizada. Assim como ocorreu com a vermiculita, os substratos entre areia e entre papel mata borrão (MB) tiveram um decréscimo na velocidade de germinação, quando tiveram as sementes mantidas em ambiente sem luminosidade.

Em pesquisa realizada por Alves et al. (2002) com sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth, foi observado que índice de velocidade de germinação foi maior quando se utilizou o substrato entre papel, em todas as temperaturas estudadas, enquanto os substratos entre areia e entre vermiculita exprimiram

os valores mais baixos de IVG, na temperatura alternada de 20-30 °C. Resultados semelhantes aos obtidos pelos supracitados autores podem ser observados na presente pesquisa para o substrato entre areia também na temperatura alternada de 20-30 °C e entre vermiculita na temperatura constante de 25 °C. Assim como a *P. diversifolium*, essa espécie possui dormência tegumentar que pode ser quebrada com auxílio de ácido ou embebição. *M. caesalpinifolia* e também parece ter sua capacidade germinativa em faixa de temperatura similar a *P. diversifolium*.

O substrato entre areia apresentou valores mais baixos de germinação, de 54 e 57%, em ambiente sem luminosidade e nas temperaturas constantes de 25 e 30 °C. Situação semelhante aconteceu com os substratos entre vermiculita e entre papel mata borrão, em que apenas 58% das sementes emitiram radícula, nas mesmas condições de luminosidade e temperatura que o substrato entre areia (Tabela 18). Essa diferença de germinação em ambiente ausente e com presença de luz, está ligada ao fato do fitocromo, no escuro, se encontrar na forma Fv (vermelho) e ao absorver esse comprimento de onda, não se inicia rapidamente o processo de germinação (MAJEROWICZ et al. , 2003).

**Tabela 18.** Porcentagem de germinação de *Pithecellobium diversifolium* Benth. observando a emissão de radícula em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades

		%G			
Luz	Temperatura	Substrato			
		Areia	Verm	MB	PT
Ausência	25 °C	54 Dc	65 Bc	58 Cb	77 Ac
Ausência	20-30 °C	62 Bb	58 Cd	63 Ba	81 Ab
Ausência	30 °C	57 Cc	63 Bc	65 Ba	78 Ac
Presença	25 °C	62 Bb	79 Aa	63 Ba	81 Ab
Presença	20-30 °C	55 Cc	74 Bb	56 Cb	89 Aa
Presença	30 °C	67 Ba	80 Aa	64 Ba	84 Aa

CV (%) = 6.43

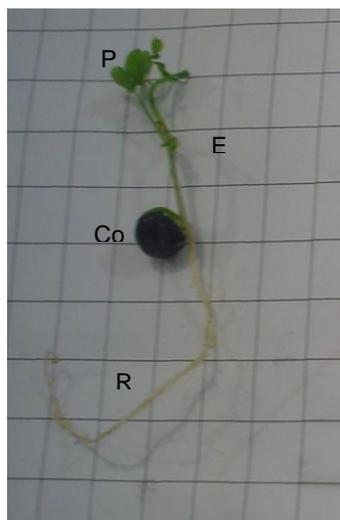
Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: papel toalha.

O substrato papel toalha propiciou, no geral, os melhores valores de germinação analisando a emissão de radícula, independente da luminosidade e da temperatura em que os tratamentos foram mantidos. Azeredo (2009), testando a germinação por meio da emissão de radícula de *Piptadenia moniliformis* Benth, verificou que dentre os sete substratos e as três luminosidades experimentadas, não houve efeito significativo para os fatores isolados, nem para a interação substrato x temperatura, indicando que qualquer interação estimula o seu processo de germinação. Essa espécie necessita de quebra de dormência para germinar e tem como mais eficaz método a utilização de ácido sulfúrico. Do mesmo modo que ocorreu com a *P. moniliformis*, os altos valores de germinação em um curto intervalo do tempo demonstram que *P. diversifolium*, possui um desenvolvimento inicial rápido, o que pode auxiliar no trabalho de produção de mudas, desde que uma quebra de dormência adequada seja aplicada sobre as sementes.

#### 4.2.4 Descrição da plântula

Seguindo a classificação de Miquel (1987), *P. diversifolium* possui germinação cripto-hipógea e armazenadora, em que os cotilédones ficam ocultos pelo tegumento da semente e permanecem ao nível do solo após a germinação, funcionando como órgãos de reserva para a plântula. Seu processo de germinação se inicia com 1 dia após o semeio, a partir da emissão da raiz primária próximo ao hilo. A raiz primária é de cor esbranquiçada, adquirindo coloração amarelada, com comprimento que varia entre 4,8 e 15,6 cm, com raízes secundárias pouco numerosas e bem distribuídas. O hipocótilo nessa espécie é atrofiado, de forma que a raiz tem seu início na base da semente. Epicótilo de coloração verde-claro de consistência herbácea, medindo entre 2,4 e 9,3 cm e folíolos opostos com base levemente obtusa e ápice arredondado (Figura 3).



**Figura 3.** Plântula normal de *Pithecellobium diversifolium* Benth. aos 22 dias após a sementeira, apresentando: RP - raiz primária bem desenvolvida; Cot – cotilédones; EP – epicótilo; P – protófilos

#### 4.2.5 Plântulas normais em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades

Após 18 dias do início do experimento, as plântulas foram examinadas com minúcia, para que fossem classificadas de acordo com o estágio de desenvolvimento em que se encontravam, separando-se as plântulas normais das anormais e fazendo-se a contagem final. Porém, os tratamentos foram desmontados aos 22 dias, com o intuito de realizar uma melhor avaliação da plântula, com a formação do 2º par de folhas

O substrato papel toalha se destacou dos demais por apresentar, no geral, maiores valores de porcentagem de germinação com plântulas normais, independente da luz e temperatura utilizada (Tabela 19). A temperatura e a luminosidade não parecem ter sido fatores de forte influência na formação das plântulas para o papel toalha, pois os tratamentos propiciaram bons valores de plântulas normais tanto em ambiente com, quanto sem luminosidade, nas três temperaturas testadas. Esse melhor desenvolvimento das plântulas pode ser explicado pela facilidade que as sementes tiveram de se desenvolver, praticamente não ocorrendo contato contínuo entre as plântulas durante o processo germinativo.

**Tabela 19.** Número de plântulas normais de *Pithecellobium diversifolium* Benth. em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, aos 18 dias após o início do teste de germinação

Plântulas normais					
Luz	Temperatura	Substrato			
		Areia	Verm	MB	PT
Ausência	25 °C	46 Cb	57 Bc	46 Cb	79 Ab
Ausência	20-30 °C	57 Ba	50 Cd	55 Ba	79 Ab
Ausência	30 °C	49 Cb	56 Bc	51 Ca	77 Ab
Presença	25 °C	56 Ba	73 Aa	51 Ba	74 Ac
Presença	20-30 °C	46 Db	65 Bb	52 Ca	85 Aa
Presença	30 °C	58 Ca	71 Ba	55 Ca	80 Aa

CV (%) = 5.81

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: papel toalha.

Por outro lado, os substratos entre areia e entre papel mata borrão foram os menos propícios para o processo de constituição da plântula normal, apresentando valores mais baixos tanto na presença quanto ausência de luz e nas temperaturas utilizadas. Assim como ocorreu com o papel toalha, os substratos acima citados não tiveram muita influência dos outros fatores no desenvolvimento das plântulas. Na verdade, o substrato entre vermiculita foi o que mais sofreu alguma influência da luminosidade, pois os melhores valores foram conseguidos em ambiente com luz, em que 73% de suas plântulas foram classificadas como normais, em ambiente com presença de luz e na temperatura de 25 °C, enquanto que nessa mesma temperatura, mas sem presença de luz, o valor foi de 57% de plântulas.

A resposta positiva da espécie em relação à temperatura alternada pode significar que essa flutuação, juntamente com a luminosidade, auxilia na percepção do microambiente pela semente, e em que condições ambientais a mesma está inserida, pois com essa alternância a temperatura exibe uma variação cíclica (KERBAUY, 2008).

Testando o efeito de diferentes temperaturas e luminosidades em *Acacia polyphylla* DC, Araújo Neto, Aguiar e Ferreira (2003), verificaram que o maior número de plântulas normais foi expresso no tratamento com a temperatura

constante de 25 °C, ocorrendo um decréscimo nos tratamentos dispostos nas temperaturas constantes de 20 e 30 °C, além disso, a temperatura de 25 °C resultou em melhores valores, no tocante à germinação. As sementes dessa espécie necessitam de luz para expressar seu potencial de germinação, uma vez que houve redução considerável na porcentagem e na velocidade de germinação quando as sementes foram incubadas no escuro. Em relação à luminosidade, os resultados dos supracitados autores se assemelham aos obtidos na presente pesquisa, em que foi observado que o número de plantas normais foram maiores nos tratamentos em ambiente com luz. E no que se refere às temperaturas testadas, *P. diversifolium* possui a capacidade de germinar numa faixa mais ampla de temperatura, diferente de *A. polyphylla*, que tem uma faixa de temperatura ótima mais restrita.

Comparando-se os resultados alcançados entre a germinação por meio da formação de radícula (Tabela 18) e a formação da plântula normal (Tabela 19), observa-se que o substrato papel toalha na ausência de luz manteve os valores bem próximos, o que significa que as sementes germinaram e se desenvolveram de modo mais homogêneo, independente da temperatura utilizada, fato comprovado quando observado o valor de germinação na temperatura constante de 25 °C na presença de luz, que foi de 81% e o de plântula normal foi de 79%. Contudo, nesse mesmo substrato na presença de luz, os tratamentos expressaram diferença entre valores, uma vez que se obteve 89% de sementes germinadas na temperatura alternada 20-30 °C, enquanto que o valor de plântula normal foi de 84%, essa diminuição de valores ocorre da mesma forma para as outras temperaturas. Os substratos entre areia e entre vermiculita não seguiram a sistemática do substrato papel toalha e apresentaram no geral valores notavelmente mais baixos de plântulas normais, se comparado com os valores de germinação. Mesmo com os maiores números de plântulas normais ocorrendo em ambiente na presença de luz, *P. diversifolium* se mostrou capaz de germinar e desenvolver suas plântulas plenamente em ambiente com e sem luminosidade, essa característica pode auxiliar a espécie no início do seu desenvolvimento quando inserida em ambiente em que se observe uma alternância de luz em determinada época.

É importante salientar que o substrato entre papel mata borrão foi o que exprimiu maiores diferenças entre germinação pela protrusão da radícula e pela formação de plântulas normais, como pode ser analisado na temperatura de 30 °C na ausência de luz, tratamento em que 65% das sementes germinaram, mas apenas 51% se tornaram plântulas normais. Essa diferença comportamental de desenvolvimento entre os substratos papel toalha e papel mata borrão pode ser explicado pelo fato das plântulas de *P. diversifolium* possuírem raízes finas, alongadas e sensíveis à quebra, fato marcante nos tratamentos entre papel mata borrão, pois a falta de espaço nas caixas gerboxes comprometeram o seu desenvolvido pleno, muitas vezes ocorrendo o entrelaçamento e posterior quebra das raízes. Essa situação não foi observada no substrato papel toalha, visto que as plântulas tinham espaço suficiente para se formarem sem entrar em contato constante com outras.

#### 4.2.6 Plântulas anormais

As plântulas anormais de *P. diversifolium* foram examinadas, de acordo com as características que estas possuíam e com as indicações de anormalidades constadas na RAS (BRASIL, 2009).

Plântulas que estavam com a raiz e parta aérea ausente, raiz fina, fraca e deteriorada devido a uma infecção primária, são consideradas anormais pela RAS (BRASIL, 2009).

O número de plântulas anormais variou consideravelmente entre os substratos e as temperaturas utilizadas, sendo que foi observado no substrato entre papel mata borrão os maiores valores (Tabela 20). Essa situação vem a confirmar o que foi verificado durante o experimento, em que as plântulas nesse substrato ficavam próximas entre si, ao ponto de concorrerem ao mesmo espaço, prejudicando o desenvolvimento pleno das plântulas.

**Tabela 20.** Número de plântulas anormais de *Pithecellobium diversifolium* Benth., em diferentes substratos, luminosidades e temperaturas, aos 18 dias após o início do teste de germinação

Plântulas anormais					
Luz	Temperatura	Substrato			
		Areia	Verm	MB	PT
Ausência	25 °C	8 Ba	8 Ba	12 Aa	2 Cc
Ausência	20-30 °C	5 Bb	8 Aa	8 Ab	2 Cc
Ausência	30 °C	8 Ba	7 Ba	14 Aa	1 Cc
Presença	25 °C	6 Cb	5 Cb	12 Aa	9 Ba
Presença	20-30 °C	7 Aa	4 Bb	9 Ab	4 Bb
Presença	30 °C	6 Bb	9 Aa	9 Ab	9 Aa

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: papel toalha.

O fator luminosidade não parece ter interferido significativamente nos tratamentos, pois o número de plântulas anormais alternou aleatoriamente entre os substratos e temperaturas. A maior diferença ocorreu no substrato papel toalha, que mesmo obtendo maiores valores de plântulas normais em ambiente de luz, o número de plântulas anormais foi significativamente diferente, como se pode notar pelo tratamento na ausência de luz na temperatura de 30 °C, em que houve apenas uma plântula anormal, enquanto que em ambiente de luz nessa mesma temperatura, foram observadas a formação de nove plântulas anormais.

#### 4.2.7 Sementes duras, dormentes e mortas

A quantidade de sementes duras variou bastante nos tratamentos aplicados, sendo que apenas no substrato papel toalha houve valores mais baixos, nos demais substratos o número de sementes duras variou consideravelmente entre as temperaturas e luminosidades testadas. Segundo a RAS (BRASIL, 2009), essas sementes permanecem sem absorver água por um período mais longo que o normal e se apresentam no final do teste com aspecto de sementes recém colocadas no substrato.

O substrato papel toalha na temperatura alternada de 20-30 °C e o entre vermiculita na temperatura de 25 °C, alcançaram os valores mais baixos, 2 e 3 sementes duras, respectivamente em ambiente com luz (Tabela 21). Por outro lado, os maiores valores foram observados nos substratos entre areia, entre vermiculita e entre papel mata borrão, observando que ocorreu uma distribuição inconstante no número de sementes duras entre as temperaturas e luminosidades utilizadas, demonstrando que o substrato foi o fator que mais influenciou na germinação das sementes.

**Tabela 21.** Número de sementes duras de *Pithecellobium diversifolium* Benth., em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, aos 18 dias após o início do teste de germinação

Sementes duras					
Luz	Temperatura	Substrato			
		Areia	Verm	MB	PT
Ausência	25 °C	13 Aa	11 Aa	13 Aa	5 Bb
Ausência	20-30 °C	12 Aa	13 Aa	9 Bb	4 Cb
Ausência	30 °C	13 Aa	12 Aa	10 Bb	7 Ca
Presença	25 °C	13 Aa	3 Db	10 Bb	7 Ca
Presença	20-30 °C	6 Bb	13 Aa	14 Aa	2 Cc
Presença	30 °C	4 Cb	12 Aa	7 Bc	5 Bb

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: papel toalha.

Varição semelhante a que ocorreu no número de sementes duras foi observado no número de sementes dormentes, que pela RAS (BRASIL, 2009) são definidas como sementes que embora viáveis não germinam, mesmo quando colocadas nas condições especificadas para a espécie em teste.

Os substratos entre vermiculita e entre papel mata borrão na temperatura alternada de 20-30 °C e em ambiente de luz, mantiveram o maior número de sementes dormentes no experimento, com 22 em cada um desses tratamentos, enquanto que o substrato papel toalha, nas mesmas condições, foram contadas 8 sementes (Tabela 22), constatando que os substratos tiveram maior significação no processo germinativo das sementes.

**Tabela 22.** Número de sementes dormentes de *Pithecellobium diversifolium* Benth., em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, aos 18 dias após o início do teste de germinação

Sementes dormentes					
Luz	Temperatura	Substrato			
		Areia	Verm	MB	PT
Ausência	25 °C	20 Aa	17 Ab	18 Ab	11 Bb
Ausência	20-30 °C	16 Bb	17 Ab	19 Ab	11 Cb
Ausência	30 °C	19 Aa	16 Bb	16 Bc	13 Cb
Presença	25 °C	17 Ab	11 Cc	19 Ab	16 Ba
Presença	20-30 °C	11 Bc	22 Aa	22 Aa	8 Cc
Presença	30 °C	15 Bb	17 Ab	18 Ab	11 Cb

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: papel toalha.

Em relação ao número de sementes mortas, foi no substrato entre areia, na temperatura de 25 °C e em ambiente sem luz que ocorreu o maior valor, de 13 sementes, não diferindo estatisticamente nesse mesmo substrato na temperatura de 30 °C e do entre papel mata borrão, a 25 °C, ambos em ambiente sem luminosidade, cujos valores foram de 11 sementes, em cada tratamento. A maioria dessas sementes estavam contaminadas por microorganismos, o que comprometeu sua germinação.

Acompanhando a tendência de sementes duras e dormentes, o substrato papel toalha apresentou, no geral, os menores valores de sementes mortas, destacando-se o tratamento em ambiente de luz, na temperatura alternada de 20-30 °C, em que apenas 1 semente apresentou as características de morta (Tabela 23). Nesse substrato, ao longo do experimento, praticamente não foi observado a presença de microorganismos ou acúmulo de água, fatos esses que podem explicar o porquê do substrato papel toalha, expressar os valores mais baixos de sementes duras, dormentes e mortas.

**Tabela 23.** Número de sementes mortas de *Pithecellobium diversifolium* Benth., em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, aos 18 dias após o início do teste de germinação

Sementes mortas					
Luz	Temperatura	Substrato			
		Areia	Verm	MB	PT
Ausência	25 °C	13 Aa	7 Ba	11 Aa	3 Ca
Ausência	20-30 °C	10 Ab	9 Aa	9 Ab	4 Ba
Ausência	30 °C	11 Aa	9 Aa	9 Ab	2 Ba
Presença	25 °C	8 Ab	1 Bb	8 Ab	3 Ba
Presença	20-30 °C	2 Bc	9 Aa	9 Ab	1 Bb
Presença	30 °C	2 Bc	7 Aa	8 Ab	4 Ba

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: papel toalha.

#### 4.2.8 Comprimento de raiz e de parte aérea das plântulas normais

Foram nos tratamentos com o substrato papel toalha, em ambiente de luz, na temperatura alternada de 20-30 °C e na constante de 25 °C, que se obtiveram os maiores valores de comprimento de raiz, 15,6 e 14,7 cm, respectivamente, não havendo diferença estatística entre eles e sendo superiores às demais médias (Tabela 24). Em contrapartida, o substrato entre areia obteve a menor média, com 2,4 cm em ambiente com ausência de luz e temperatura de 30 °C, valores baixos e semelhantes a esse também foram encontrados no substrato entre papel mata borrão, em ambiente com luz, na temperatura alternada de 20-30 °C e na constante de 25 °C, nas quais foram as médias foram de 3,8 e 3,6 cm. Com esses resultados, pode-se confirmar que o papel mata borrão não foi favorável a formação de plântulas normais de *P. diversifolium*, pois as raízes dessa espécie crescem relativamente rápido no início de seu desenvolvimento, ocupando maior espaço no substrato e entrando em competição em pouco tempo, a tal ponto de prejudicar o crescimento de outras raízes dentro do mesmo tratamento.

**Tabela 24.** Comprimento de raízes de plântulas (cm) por tratamento, de *Pithecellobium diversifolium* Benth., em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, aos 18 dias após o início do teste de germinação

Comprimento raiz (cm)					
Luz	Temperatura	Substrato			
		Areia	Verm	MB	PT
Ausência	25 °C	7,9 Bb	9,5 Ab	5,1 Cc	10,4 Ac
Ausência	20-30 °C	9,7 Bb	11,2 Aa	11,2 Aa	4,8 Cd
Ausência	30 °C	2,4 Cc	4,2 Bc	8,4 Ab	9,6 Ac
Presença	25 °C	9,1 Cb	11,8 Ba	3,6 Dd	14,7 Aa
Presença	20-30 °C	11,3 Ba	9,4 Cb	3,8 Dd	15,6 Aa
Presença	30 °C	10,2 Ba	10,1 Ba	8,2 Cb	13,2 Ab

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: papel toalha.

Estudando os valores de comprimento de parte aérea (Tabela 25), foi possível observar que ocorreu uma maior semelhança dos dados entre os tratamentos aplicados, destacando-se apenas o substrato papel toalha, em ambiente de luz, na temperatura de 30 °C, no qual a parte aérea atingiu 9,3 cm, diferenciando-se estatisticamente dos demais. O substrato entre areia, em ambiente sem luz, na temperatura de 25 °C, propiciou o valor mais baixo (3,8 cm). Apesar do maior valor de parte aérea ter sido observado em ambiente com luz, e o menor valor em ambiente sem luz, é importante salientar que essa variável não representou grande influência nesses valores, pois as diferenças nas médias do comprimento da parte aérea foram significativamente baixas, se observarmos as diferentes temperaturas e luminosidades para um mesmo substrato.

**Tabela 25.** Comprimento da parte aérea de plântulas (cm), de *Pithecellobium diversifolium* Benth., em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, aos 18 dias após o início do teste de germinação

Comprimento parte aérea (cm)					
Luz	Temperatura	Substrato			
		Areia	Verm	MB	PT
Ausência	25 °C	3,8 Bc	6,1 Aa	4,6 Ba	4,3 Bc
Ausência	20-30 °C	5,2 Aa	4,5 Ab	4,9 Aa	5,3 Ac
Ausência	30 °C	4,3 Bb	5,4 Aa	5,1 Aa	5,8 Ab
Presença	25 °C	4,7 Aa	5,5 Aa	4,8 Aa	5,9 Ab
Presença	20-30 °C	5,7 Aa	5,8 Aa	4,4 Ba	6,7 Ab
Presença	30 °C	5,9 Ba	5,6 Ba	4,9 Ba	9,3 Aa

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: papel toalha.

#### 4.2.9 Massa verde e massa seca de plântulas com e sem cotilédones

Após a pesagem da massa verde dos tratamentos com cotilédones, foi verificado que, no geral, os substratos papel toalha e entre vermiculita expressaram os maiores valores de massa, à medida que os substratos entre areia e entre papel mata borrão tiveram os menores valores (Tabela 26). Com base nessa variação de massa verde, observa-se que houve uma ligação entre os substratos que propiciaram os maiores números de plântulas normais, com a quantidade de massa verde obtida nesses tratamentos. Avaliando a quantidade de massa verde em plântulas de *M. ceasalpiniifolia*, Alves et al. (2002) obtiveram os melhores valores na temperatura constante de 25 °C, que interagiu positivamente com os substratos entre areia e entre vermiculita. Em compensação, o substrato sobre papel (papel mata borrão), na temperatura constante de 30 °C expressou os valores de massa verde mais baixo. Esses resultados são similares aos obtidos na presente pesquisa, em que o substrato entre vermiculita expressou os melhores de massa verde nas temperaturas constantes de 25 e 30 °C, enquanto o substrato mata borrão proporcionou os valores mais baixos de massa verde.

**Tabela 26.** Quantidade de massa verde de plântulas com cotilédones de *Pithecellobium diversifolium* Benth, em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, aos 18 dias após o início do teste de germinação

Massa verde com cotilédones (g/plântulas)					
Luz	Temperatura	Substrato			
		Areia	Verm	MB	PT
Ausência	25 °C	3,4 Bb	4,38 Ab	3,5 Bb	4,48 Ab
Ausência	20-30 °C	4,36 Aa	3,67 Bc	4,01 Ba	4,58 Ab
Ausência	30 °C	3,62 Bb	5,02 Ab	4,06 Aa	4,32 Ab
Presença	25 °C	4,09 Ba	5,98 Aa	3,88 Ba	4,12 Bb
Presença	20-30 °C	4,66 Ba	3,97 Bc	3,2 Cb	6,44 Aa
Presença	30 °C	4,87 Ba	5,81 Aa	4,12 Ba	5,97 Aa

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: papel toalha.

Os dados referentes à produção de massa seca dos tratamentos com cotilédones indicam que os substratos entre vermiculita e papel toalha, exprimiram os maiores valores em ambiente de luz (Tabela 27). Por outro lado, o substrato entre papel mata borrão obteve valores semelhantes em todos os seus tratamentos. Analisando as médias, pode-se notar que o substrato papel toalha possuía as plantas mais robustas entre os tratamentos testados, esse fato pode ser verificado por meio dos valores de massa verde e massa seca com cotilédones, em que esse substrato foi o que perdeu maior quantidade de água e as plântulas apresentaram maior valor de matéria seca.

Essas diferenças observadas na produção de matéria seca dos tratamentos em ambiente de luz, em comparação com ambiente sem luz, podem ser explicadas pela exposição das plântulas à luz, pois quanto maior a exposição, maior tende a ser a produção de matéria seca, logo que com a fotossíntese a produção dessa matéria cresce mais rapidamente (LARCHER, 2000). A vermiculita na sua forma expandida é um mineral muito utilizado na fabricação de substratos industrializados, visto que após sua expansão esse substrato passa a ser de baixa densidade e aumenta sua capacidade de retenção de água e nutrientes (GRIM, 1968). Assim, a vermiculita quando

exposta a temperaturas mais elevadas, se torna propícia à germinação e desenvolvimento inicial de várias espécies.

**Tabela 27.** Massa seca de plântulas com cotilédones de *Pithecellobium diversifolium* Benth., em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, aos 18 dias após o início do teste de germinação

Massa seca com cotilédones (g/plântulas)					
Luz	Temperatura	Substrato			
		Areia	Verm	MB	PT
Ausência	25 °C	0,65 Bb	0,97 Ab	0,80 Aa	1,06 Ab
Ausência	20-30 °C	1,05 Aa	0,77 Bb	0,76 Ba	0,89 Ab
Ausência	30 °C	0,72 Bb	0,95 Ab	0,98 Aa	1,02 Ab
Presença	25 °C	0,82 Ba	1,09 Ab	0,74 Ba	1,02 Bb
Presença	20-30 °C	0,74 Ba	0,79 Bb	0,64 Ba	1,63 Aa
Presença	30 °C	0,86 Ba	1,37 Aa	0,74 Ba	1,59 Aa

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: papel toalha.

Analisando-se os dados de massa verde dos tratamentos sem cotilédones (Tabela 28), nota-se que o substrato papel toalha em ambiente de luz nas temperaturas de 20-30 e 30 °C obteve os mais altos valores. Em compensação, nos demais substratos a quantidade de massa verde foi semelhante em todas as luminosidades e temperaturas.

**Tabela 28.** Massa verde de plântulas sem cotilédones, de *Pithecellobium diversifolium* Benth., em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, aos 18 dias após o início do teste de germinação

Massa verde sem cotilédones (g/plântulas)					
Luz	Temperatura	Substrato			
		Areia	Verm	MB	PT
Ausência	25 °C	0,98 Aa	0,78 Aa	0,95 Aa	0,97 Ab
Ausência	20-30 °C	0,98 Aa	0,98 Aa	0,98 Ba	1,06 Ab
Ausência	30 °C	0,93 Aa	0,92 Aa	0,99 Aa	1,02 Ab
Presença	25 °C	0,92 Aa	0,94 Aa	1,07 Aa	1,03 Ab
Presença	20-30 °C	0,92 Ba	0,84 Ba	0,97 Ba	1,36 Aa
Presença	30 °C	0,91 Ba	0,97 Ba	0,96 Ba	1,47 Aa

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: papel toalha.

Posteriormente a secagem e pesagem dos tratamentos sem cotilédones, foram realizadas a análise dos dados a fim de examinar a influência dos cotilédones no desenvolvimento inicial das plântulas de *P. diversifolium*. Examinando os dados da Tabela 29, pode-se ponderar que o substrato papel toalha expressou os maiores valores de massa seca sem cotilédones, confirmando que os tratamentos que apresentaram germinação mais rápida e mais elevada resultaram em plântulas mais vigorosas. Condições diferentes a essa foram observado para os demais substratos, que no geral, propiciaram valores mais baixos de massa, se comparado ao papel toalha, na temperatura alternada de 20-30 °C e na constante de 30 °C.

**Tabela 29.** Massa seca de plântulas sem cotilédones, de *Pithecellobium diversifolium* Benth., em diferentes substratos, temperaturas e luminosidades, aos 18 dias após o início do teste de germinação

Massa seca sem cotilédones (g/plântulas)					
Luz	Temperatura	Substrato			
		Areia	Verm	MB	PT
Ausência	25 °C	0,22 Aa	0,22 Aa	0,20 Aa	0,23 Ab
Ausência	20-30 °C	0,28 Aa	0,24 Aa	0,19 Aa	0,19 Ab
Ausência	30 °C	0,17 Aa	0,21 Aa	0,16 Aa	0,18 Ab
Presença	25 °C	0,17 Ac	0,16 Aa	0,25 Aa	0,22 Ab
Presença	20-30 °C	0,21 Ba	0,22 Ba	0,20 Ba	0,77 Aa
Presença	30 °C	0,18 Ba	0,20 Ba	0,15 Ba	0,64 Aa

Médias seguidas por letra semelhante, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Verm: vermiculita; MB: mata borrão; PT: papel toalha.

Com base nesses resultados de massa verde e seca dos tratamentos com e sem cotilédones, foi constatado que a remoção dos cotilédones foi feita prematuramente, pois essas estruturas atuavam como os principais responsáveis pelo armazenamento de reservas nutritivas para as plântulas. Por essa capacidade de armazenamento, não é indicada a retirada dos cotilédones em plântulas de *P. diversifolium*, com risco de prejudicar o seu desenvolvimento e capacidade de estabelecimento. Além disso, se for observada a Tabela 19, com número de plântulas normais, percebe-se que os maiores valores de massa seca sem cotilédones, foram obtidos nos tratamentos que expressaram melhores valores de plântulas normais.

## 5 CONCLUSÕES

Apesar das sementes de *Bowdichia virgilioides* (sucupira) terem iniciado seu processo germinativo em ambiente sem luz, não houve o desenvolvimento completo das plântulas que estavam dispostas nessa condição de luminosidade. Portanto, para essa espécie o teste de germinação deve ser feito considerando a formação da plântula normal, não somente da germinação pela emissão de radícula.

Para *B. virgilioides*, não é necessário realizar a retirada dos cotilédones, pois os melhores resultados foram observados nos mesmos tratamentos, tanto para a avaliação de massa seca com cotilédones, quanto sem cotilédones.

Os substratos entre vermiculita e papel toalha proporcionam melhor crescimento da plântula, apresentando maiores médias de comprimento da parte aérea e da raiz da plântula. Esses mesmos substratos proporcionam maior número de plântulas normais, e como efeito, plântulas mais vigorosas.

Para a realização do teste de germinação da espécie *B. virgilioides*, o substrato mais indicado é a vermiculita, nas temperaturas constantes de 25 e 30 °C e o substrato papel toalha na temperatura de 30 °C, todos os tratamentos em ambiente com luminosidade.

O substrato papel toalha em ambiente de luz na temperatura alternada de 20-30 °C e na constante de 30 °C propiciou os maiores valores de porcentagem de germinação por plântulas normais de *Pithecellobium diversifolium* (espinheiro-preto), e como resultado, as plântulas mais vigorosas.

É importante ressaltar que foi constatado que as sementes dessa espécie são capazes de se desenvolver mesmo quando postas a germinar em ambiente sem luz, ocorrendo apenas uma redução na velocidade, na germinação e na formação das plântulas. Para essa espécie, o teste de germinação pode ser efetuado examinando a emissão de radícula, não sendo necessário o acompanhamento até a formação da plântula normal.

Os tratamentos com o substrato papel toalha, mantidos em ambiente com luz na temperatura de 25 °C e na alternada de 20-30 °C obtiveram os maiores valores de comprimento de raiz. Esse mesmo substrato também na presença de luz proporcionou melhor resultado para a parte aérea, quando foi utilizada a temperatura de 30 °C, confirmando ser esse o substrato mais adequado para o desenvolvimento inicial de plântulas de *P. diversifolium* e, conseqüentemente para avaliação do vigor.

Foi constatado que não há necessidade de se retirar os cotilédones para analisar a produção de massa seca das plântulas, pois os maiores valores de massa seca, com e sem cotilédones, foram observados nos tratamentos que expressaram maior valor de plântulas normais.

Para sementes de *Pithecellobium diversifolium*, é proposta a efetuação do teste de germinação, com o substrato papel toalha, na temperatura

alternada de 20-30 °C ou na constante de 30 °C, em ambiente com presença de luz.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. 350 p.

ALBUQUERQUE, K. S. et al. 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. Comportamento fisiológico de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. sob diferentes temperaturas e condições de luz. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 1, p. 64-70, 2007.

ALMEIDA, A. V. **Flora do Nordeste do Brasil segundo Piso e Marcgrave**. Recife: EDUFRPE, 2008. 312 p.

ALVES, E. U. et al. Germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p.169-178, 2002.

ALVES, E. U. et al. Substratos para testes de emergência de plântulas e vigor de sementes de *Erythrina velutina* Willd., Fabaceae. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 69-82, 2008.

ANDRADE, A. C. S. et al. Quebra de dormência de sementes de sucupira-preta. **Revista Pesquisa Brasileira de Agropecuária**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 05, p. 1 -5, 1997.

ANDRADE, A. C. S.; PEREIRA, T. P. Efeito do substrato e da temperatura na germinação e no vigor de sementes de cedro - *Cedrela odorata* L. (Meliaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 34-40, 1994.

ANDRADE, A.C.S. et al. Germinação de sementes de jenipapo: temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 3, p. 609-615, 2000.

APG II (Angiosperm Phylogeny Group). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal Of the Linnean Society**, London v. 141. p. 399-436, 2003.

ARAÚJO, E. F. et al. Superação da dureza de sementes e frutos de *Stylosanthes scabra* J. Vogel e seu efeito na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Viçosa, v. 24, n. 2, p.77-81, 2002.

ARAÚJO NETO, J. C.; AGUIAR, I. B.; FERREIRA, V. M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Botânica**, Rio Largo, v. 26, n. 2, p. 249-256, 2003.

AZEREDO, G. A. **Qualidade fisiológica de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth.** 2009. 121 f. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

BENEDITO, C. P. et al. Influência da cor e métodos de superação de dormência em sementes de *Albizia*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p.121-124, 2009.

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

BIANCHETTI, A. Tratamentos pré-germinativos para sementes florestais. In: 2º SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE SEMENTES FLORESTAIS. Atibaia, **Anais...** Atibaia: ESALQ, 1989. p. 237-246.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

CALDWELL, M. M. ; PEARCY, R. W. Exploitation of Environmental Heterogeneity by Plants: Ecophysiological processes above-and belowground. **Academic Press**, San Diego, p. 73-110, 1994.

CÁMARA, J. Q. et al. Estudos de meliponíneos, com ênfase a *Melípona subnitida* D. no município de Jandaíra, RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Mossoró, v. 4, n. 1, p. 1-19, 2004.

CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 281-288, 2002.

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

DEMUNER, V.G. et al. Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Erythrina verna* Vell (Leguminosae, Papilionoideae). **Boletim do Museu Biológico Mello Leitão**, Santa Tereza, n.24, p.101-110, 2008.

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

FACHINELLO, J. C. et al. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: UFPel, 1994. 179 p.

FANTIN, S. C. **Aspectos da germinação e efeitos do condicionamento osmótico em sementes de paineira (*Chorisia speciosa* St.Hil. – Bombacaceae)**. 2001. 145 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

FERRONATO, A.; DIGNART, S.; CAMARGO, I. P. Caracterização das sementes e comparação de métodos para determinar o teor de água em sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* KUNTH - Papilionoideae) e pé-de-anta (*Cybistax antisyphilitica* Mart. - Bignoniaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 206-214, 2000.

FOWLER, J. A. P.; BIANCHETTI A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: EMBRAPA-Florestas, 2000. 23 p.

GONÇALVES, F. G.; GOMES, S. S.; GUILHERME, A. L. Efeito da luz na germinação de sementes de *Guatteria gomeziana* FR. **Revista científica eletrônica de engenharia florestal**, Rio de Janeiro, ano 4, n. 8, p.01-08, 2006.

GONÇALVES, J. V. S. et al. Caracterização física e avaliação da pré-embrição na germinação de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* KUNTH). **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 4, p. 330-334, 2008.

GRIM, R. E. **Clay mineralogy**. II ed. New York: Mc-Graw-Hill, 1968. 596 p.

HEWITT, N. Seed size and shade-tolerance: a comparative analysis of North American temperate trees. **Oecologia**, Ontario, v. 114, n. 3, p. 432-440, 1998.

HOPPE, J. M. et al. **Produção de Sementes e Mudanças Florestais**. 2ª ed. Santa Maria: UFSM, 2004. 388 p.

JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. A. Estudo da superação de dormência e da temperatura em sementes de *Cassia excelsa* Schrad. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 32-40, 1999.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 431 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.

LEAL, I. R.; VICENTE, A.; TABARELLI, M. **Herbivoria por caprinos na caatinga da região de Xingó: uma análise preliminar**. Ecologia e conservação da caatinga. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. 822p.

LEWIS, G. P. **Legumes of Bahia**. London: KEW, 1987. 369 p.

LIMA, J. et al. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart ex. Tual (Leguminosae - Caesapinoideae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 513-518, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1998. 368 p.

LUCCA FILHO, O. Os processos requerem cada vez mais ajuste fino. **Revista Seed News**, Pelotas, v. 8, n. 6, Nov-dez, 2004. (Reportagem de capa).

MAGUIRE, J.D. Speed of germination - Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 02, n. 02, p. 176–177, 1962.

MAJEROWICZ, N. et al. **Fisiologia vegetal: curso prático**. Rio de Janeiro: Âmbito cultural edições LTDA, 2003. 138 p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MELO, M. G. G.; MENDONÇA, M. S.; MENDES, A. M. S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-caesalpinioideae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, n. 1, p. 9-14, 2004.

MIQUEL, S. Morphologie fonctionnelle de plantules d'espèces forestières du Gabon. **Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle**, Paris, n. 9, p. 101-121, 1987.

MIRANDA, P. R. M.; FERRAZ, I. D. K. Efeito da temperatura na germinação de sementes e morfologia da plântula de *Maquira sclerophylla* (Ducke) C.C. Berg. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 303-307, 1999.

MORAES, J. Produção e Comercialização de Sementes Florestais. **Tecnologia e Treinamento Agropecuário**, Viçosa, v. 01, n. 18, 2008.

NASSIF, S.M.L.; VIEIRA, I.G.; FERNANDES, G.D. Fatores Externos (ambientais) que Influenciam na Germinação de Sementes. **Informativo Sementes IPEF**, Piracicaba, 1998.

NEWMAN, E. I.; WATT, A. S. **The plant community as a working mechanism**. Boston: Blackwell Scientific Publications, 1982. 128 p.

NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C. de S. **Coleta de sementes florestais nativas**. Colombo, 2007.

NOVEMBRE, A. D. L. C. Avaliação da qualidade de sementes. **Revista Seed news**, Pelotas, v. 5, n. 3, maio-jun, 2001. (Reportagem de capa).

OLIVEIRA, I. V. M.; ANDRADE, R. A.; MARTINS, A. B. G. Influência da Temperatura na Germinação de Sementes de *Annona montana*. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 344-345, 2005.

OLIVEIRA, L.M. et al. Temperatura e regime de luz na germinação de sementes de *Tabebuia impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley e *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. – Bignoniaceae. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, 2005.

OLIVEIRA, L. M.; DAVIDE, C. A.; CARVALHO, L. M. N. Avaliação de métodos para quebra de dormência e para a desinfestação de sementes de Canafístula (*Peltophorum dobium*) ( Sprengel) Taubert. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27.n. 5, 2003.

PEARSON T.R.H. et al. Functional significance of photoblastic germination in neotropical pioneer trees: a seed's eye view. **Functional Ecology**, Oxford, v. 17, n. 3, 394-402, 2003.

POPINIGS, F. **Fisiologia da semente**. 2ª ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.

QUEIROZ, L. P. **Leguminosas da Caatinga**. Feira de Santana: Royal Botanic Gardens, 2009. 443 p.

RAMOS, M.; VARELA, M.; MELO, M. Influência da temperatura e da água na germinação de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p.163-168, 2006.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil**: Manual de dendrologia brasileira. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1990. 296 p.

SANTOS, D. L. **Dependência da temperatura, potencial hídrico e tegumento da germinação de sementes de *Cucumis anguria* L.** 1999. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Área de Biologia Vegetal) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

SENA, C. M.; GARIGLIO, M. A. **Sementes florestais**: Colheita, Beneficiamento e Armazenamento. Natal: MMA, 2008. (Guia técnico, v. 2. 28 p.).

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.

TANAKA, M. A. S. ; MARIANO, M. I. A.; LEÃO, N. V. M. Influência da quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de *Arachis hypogaea* L.. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 13, n. 1, p. 73-76, 1991.

UGARTE, J.F.O.; SAMPAIO, J.A.; FRANÇA, S.C.A. **Vermiculita**. Rio de Janeiro: MCT/CETEM, 2005. 698 p.

VALERA, V. P.; RAMOS, B. M. P.; MELO, M. F. F. Umedecimento do substrato e temperatura na germinação de sementes de angelim-pedra (*Dinizia excelsa* Ducke). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 2, p.130-135, 2005.

VARELA, V. P.; COSTA, S. S.; RAMOS, M. B. P. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de Itaubarana (*Acosmium nitens* (Vog.) akovlev) - Leguminosae, Caesalpinoideae. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 35, n. 1, p. 35-39, 2005.

ZAMITH, L. R. ; SCARANO, F. R. Produção de mudas de espécies das Restingas do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 161-176, 2004.

ZORATO, F. Evolução do Laboratório de Análise de Sementes. **Revista Seed News**, Pelotas, v. 9, n. 6, nov-dez, 2005. (Reportagem de capa).