

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**PAULA TAÍSA ARANTES MARTINS**

**TEMPERATURA E MEIO PARA A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MULATEIRO**  
**(*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. F. ex K. Schum. – RUBIACEAE)**

**UBERLÂNDIA – MG**

**JUNHO – 2018**

**PAULA TAÍSA ARANTES MARTINS**

**TEMPERATURA E MEIO PARA A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MULATEIRO**  
**(*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. F. ex K. Schum. – RUBIACEAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

**Orientadora: Profa. Dra. Denise Garcia de Santana**

**UBERLÂNDIA – MG**

**JUNHO – 2018**

**PAULA TAÍSA ARANTES MARTINS**

**TEMPERATURA E MEIO PARA A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE PAU-MULATO**  
**(*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. – RUBIACEAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

**Orientadora: Profa. Dra. Denise Garcia de Santana**

Aprovado pela Banca Examinadora em: 7 de junho de 2018.

Dr. Eng. Agrônomo João Paulo Ribeiro de Oliveira

Dr. Eng. Agrônomo Adílio de Sá Junior

---

Profa. Dra. Denise Garcia de Santana

ICIAG-UFU

(Orientadora)

**UBERLÂNDIA – MG**

**JUNHO – 2018**

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| RESUMO .....  | 5  |
| 1.INTRODUÇÃO .....  | 6  |
| 2. OBJETIVOS .....  | 8  |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS.....  | 8  |
| 3.1 Sobre <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook F. ex K. Schum.....   | 8  |
| 3.2 Experimentos de temperatura e substrato em condições de laboratório ..... | 10 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....   | 11 |
| 5. CONCLUSÕES .....   | 15 |
| REFERÊNCIAS.....  | 15 |

## RESUMO

Dados sobre a germinação de sementes florestais amazônicas atualmente são insuficientes para a compreensão do seu comportamento natural. O mulateiro (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook F. ex K. Schum) é uma espécie amazônica distribuída na várzea e com metodologia recomendada para teste de germinação, porém os resultados são divergentes. O objetivo da pesquisa foi checar a recomendação apresentada pelas Instruções para Análise de Sementes Florestais, publicada em 2013, de que sementes da espécie germinam à temperatura ótima de 20 °C sobre papel de filtro. Para tanto, ensaios de germinação envolveram sementes oriundas de frutos de 2010 a 2015, dispostas em diferentes substratos (sobre o ágar, água e papel) e temperaturas (20 °C e 25 °C). Com sementes colhidas em 2010 e armazenadas por 2 anos, a germinação foi favorecida quando a semeadura foi realizada sobre a água atingindo 64%, enquanto às germinadas sobre papel de filtro atingiram 49%. Na água, as plântulas também apresentaram maior desenvolvimento do sistema radicular e, sobre o papel de filtro, a contaminação das sementes e plântulas foi alta. Um comparativo dos percentuais de germinação das sementes obtidos a 20 °C sobre ágar e sobre água, mostrou que sobre água os percentuais duplicaram, mesmo com as sementes estando armazenadas. A germinação das sementes de *C. spruceanum* sob condições controladas é maior sobre a água e à temperatura de 25 °C, divergindo das Instruções para Análise de Sementes Florestais. Sobre a água em gerbox, as sementes flutuam e germinam, porém quando submergem a germinação não ocorre.

**Palavras-chave:** Flutuação de sementes, mulateiro, Rubiaceae, temperatura ótima

## 1. INTRODUÇÃO

Informações básicas sobre a biologia das sementes e plântulas de espécies tropicais são particularmente necessárias para áreas alagadas, sendo altamente relevantes para o manejo de espécies (BAWA *et al.*, 1990; TERBORGH, 1990). A germinação das sementes e a emergência das plântulas são eventos cruciais do ciclo de vida das plantas, porque o período em que esse processo ocorre frequentemente determina o desempenho e subsequente sucesso das espécies vegetais. Esses eventos representam também o período de maior vulnerabilidade às mudanças físicas do ambiente (ANGEVINE; CHABOT, 1979; BAWA *et al.*, 1990; GARWOOD, 1996; CASANOVA; BROCK, 2000). Por isso, características como a duração da germinação e a morfologia inicial das plântulas são fatores intimamente relacionados com as estratégias de estabelecimento das espécies em um determinado hábitat (NG, 1978; GARWOOD, 1996).

A dinâmica dos rios da Amazônia e de seus afluentes tem, como consequência, à formação de um mosaico composto por diferentes sítios sujeitos às variações da intensidade de inundação e colonizados por diversificada comunidade florestal (JUNK, 1989; JUNK, 1997; PAROLIN, 1997; SCHÖNGART *et al.*, 2002; WITTMANN *et al.*, 2002; WITTMANN *et al.*, 2006). Dentre essas comunidades florestais, encontram-se as várzeas, que ocupam aproximadamente 2/3 das áreas inundáveis da Amazônia e representam as florestas alagáveis com maior riqueza de espécies do mundo (WITTMANN *et al.*, 2010).

Nestas florestas alagáveis, a vegetação está submetida a alternância entre fase aquática e fase terrestre e com isso, os organismos desenvolveram adaptações e estratégias para utilizar eficientemente ambas as fases (FERREIRA *et al.*, 2010). Os processos pelos quais as plantas toleram ambientes alagados são complexos (GILL, 1970; KOZLOWSKI, 1997). Muitos mecanismos foram estudados e descritos para indivíduos adultos e envolvem eventos como fenologia (WITTMANN; PAROLIN, 1999; SCHONGART *et al.*, 2002; FERREIRA; PAROLIN, 2007), fisiologia (PAROLIN, 1997; WALDHOFF *et al.* 2000; WALDHOFF; FURCH, 2002), dinâmica de crescimento (WORBES, 1986; 1989; 1997; SCHONGART *et al.*, 2002; FONSECA JÚNIOR *et al.*, 2008) e processos de sucessão. Entretanto, a investigação do comportamento dessas espécies nas fases iniciais do ciclo de vida ainda é restrita e talvez esclareça aspectos relevantes para a manutenção da diversidade desses ambientes (KOZLOWSKI, 2002).

A espécie *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook F. ex K. Schum. (Rubiaceae), conhecida no Brasil principalmente como mulateiro, pau-mulato, capirona e capirona negra, está distribuída nessas florestas de várzea da Região Amazônica. A área de dispersão ao longo de todo o

rio Amazonas é bastante ampla e onde as plântulas se estabelecem principalmente sobre solos argilosos, férteis e inundáveis (RECORD; HESS, 1943; RIZZINI, 1971; UGARTEGUERRA; DOMÍNGUEZ-TORREJÓN, 2010). Está praticamente restrita à Região Amazônica, sendo bastante relatada no Alto Amazonas, no Estado do Amazonas e no Alto Envira/Tarauacá, no Estado do Acre (GUITTON, 1991; LORENZI, 1998; ALMEIDA, 2003). A espécie apresenta características marcantes de distribuição em áreas de várzea e, por isso, é perenifólia, heliófita ou esciófita e higrófito. Com informação restrita sobre a ecologia reprodutiva, acredita-se que apresente polinização cruzada, realizada por insetos, com sementes dispersas pelo vento e pela água (RUSSEL *et al.*, 1999).

A capacidade de dispersão não pode ser atribuída exclusivamente a morfologia do diásporo (JOHANSSON *et al.*, 1996), uma vez que sua habilidade em dispersar pela água depende de adaptações múltiplas como pêlos, bolsas de ar, presença de alas, arilos fibrosos combinados com cápsulas explosivas, frutos carnosos, entre outros (KAUFMANN *et al.*, 1991; KUBITZKI; ZIBURSKI, 1994 WALDHOFF *et al.*, 1996; BORCHSENIUS, 2002), ou mesmo de dispersores aquáticos, como peixes (GOULDING, 1983; ZIBURSKI, 1991). Além disso, a flutuabilidade varia tanto entre espécies como dentro de uma mesma espécie (WILLIAMSON *et al.*, 1999; VAN DEN BROEK *et al.*, 2005; FUMANAL *et al.*, 2007).

Com relação a importância da hidrocoria para o mulateiro, alguns autores afirmam que as sementes não flutuam quando na água (ALMEIDA, 2003), enquanto outros avistaram flutuação das sementes por vários dias (WEBER, dados não publicados). Contudo, nenhuma evidência foi obtida para a dispersão unidirecional de sementes por água desempenhando um papel importante na determinação da estrutura genética de populações da Amazônia Peruana (RUSSEL *et al.*, 1999).

A madeira é muito utilizada na construção civil por ser pesada e dura, resistente à deterioração; seu tronco liso (20-30 cm de altura), marrom escuro, esverdeado quando novo, com casca fina e lisa desprendendo-se continuamente em longas tiras deixando exposta a camada interna avermelhada confere a espécie características extremamente ornamentais (ALMEIDA, 2004; WITTMANN *et al.*, 2010). Suas aleias e alamedas são consideradas uma das mais belas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (WITTMANN *et al.*, 2010). Talvez por essa beleza, a cidade de Araxá-MG no Triângulo Mineiro a tenha escolhido para ornamentar suas principais ruas e avenidas.

Em condições de viveiro e câmaras de germinação, os percentuais de germinação das sementes de mulateiro são muito divergentes. Percentuais de germinação de 84% foram encontrados para sementes distribuídas em solo de várzea, incubadas em condições de viveiro e previamente mantidas em água por 15 dias (CONSERVA, 2007). Sementes dispostas sobre papel de filtro em placas de Petri acondicionadas em câmaras de germinação variaram seus percentuais

entre 54,5% e 73,5%, nas temperaturas de 22,5 °C e 17,5 °C; respectivamente, levando a indicação de 20 °C como a temperatura ótima para a espécie (ALMEIDA, 2003). Essa temperatura foi a utilizada pelas Instruções para Análise de Sementes Florestais (BRASIL, 2013), porém é inesperada ao se considerar as áreas de ocorrência da espécie.

## 2. OBJETIVOS

Averiguar com a literatura e com as Instruções para Análise de Sementes Florestais publicadas em 2013 a indicação de que sementes de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook F. ex K. Schum. germinam à 20 °C sobre papel de filtro.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Sobre *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook F. ex K. Schum.

A espécie apresenta flores brancas e aromáticas e este florescimento ocorre entre os meses de maio e junho no Amazonas. No Acre, floresce entre abril a junho (final da época chuvosa) e frutifica de agosto a setembro (época de estiagem). Os frutos são cápsulas elípticas (6,78 mm x 2,99 mm), deiscentes, com pêlos esparsos e duas valvas, dispostos em ramos paniculiformes, contendo em média  $20,5 \pm 8,5$  sementes aladas em ambas as extremidades (Figura 1 a,b). A germinação das sementes é fanerocotiledonar epígea (LORENZI, 1992; ALMEIDA, 2004; Figura 1c). A semente pequena (5,91x 0,72 mm), alada e leve (0,03 g) indica que uma das formas de dispersão ocorre pelo vento.



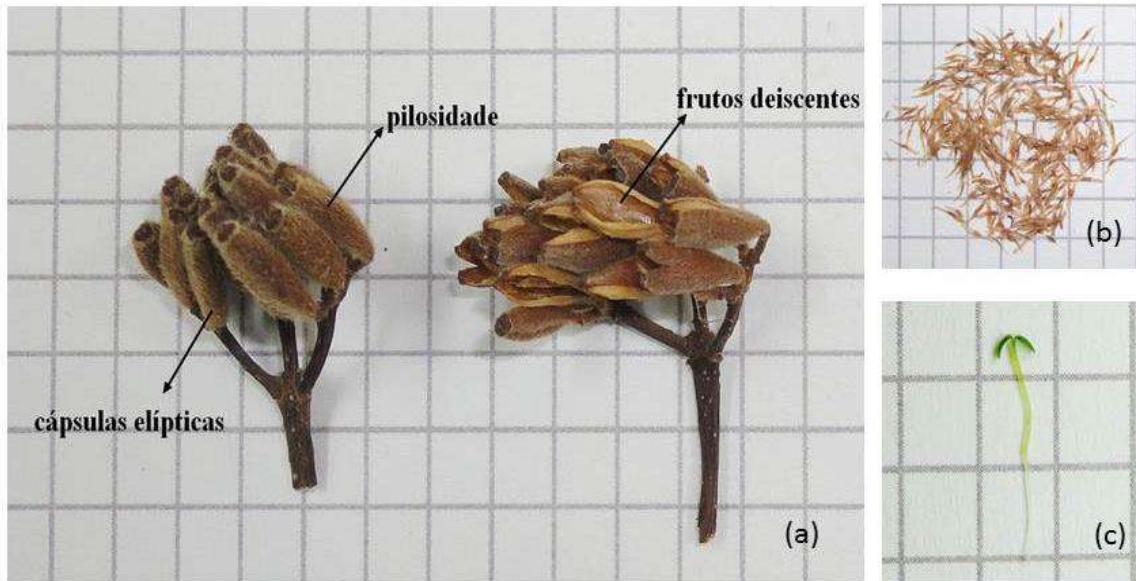


Figura 1. Frutos e sementes de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook F. ex K. Schum. mostrando as cápsulas elípticas, os frutos deiscentes, a pilosidade desses frutos e as alas das sementes, além de imagem da plântula.

Os experimentos envolveram pré-ensaios e testes de germinação com diferentes substratos e temperaturas conduzidos no Laboratório de Sementes Florestais da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG. Os experimentos foram conduzidos com frutos e sementes coletados entre 2010 e 2015 nas Reservas de Desenvolvimento Sustentável Amanã – RDSA e Mamirauá – RDSM, quando apresentaram características distintas em função do grau de maturação de frutos, peso das sementes e tempo de armazenamento. Em função dessa heterogeneidade, as sementes foram separadas em sete amostras (Tabela 1). A liberação das sementes dos frutos foi feita deixando-se os frutos secarem a temperatura de cerca de 25 °C com umidade relativa de 40%, à sombra. Sementes leves foram separadas das pesadas com auxílio de um soprador. As armazenadas ficaram à 17,3 °C e umidade relativa de  $\pm$  45%.

**Tabela 1.** Ano de coleta e condição de frutos e sementes de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook F. ex K. Schum. utilizadas nos experimentos de germinação conduzidos em laboratório.

| Amostra        | Ano de coleta | Mês de coleta | Condição de frutos e sementes                    |
|----------------|---------------|---------------|--|
| A <sub>1</sub> | 2010          | Junho         | Sementes leves                                   |
| A <sub>2</sub> | 2011          | Maio-junho    | Sementes coletadas de frutos em maturação        |
| A <sub>3</sub> | 2011          | Maio-junho    | Sementes coletadas de frutos secos               |
| A <sub>4</sub> | 2012          | Agosto        | Sementes pesadas                                 |
| A <sub>5</sub> | 2012          | Agosto        | Sementes leves                                   |
| A <sub>6</sub> | 2012          | Junho         | Sementes pesadas com três meses de armazenamento |
| A <sub>7</sub> | 2015          | Maio          | Sementes coletadas de frutos maduros             |

### 3.2 Experimentos de temperatura e substrato em condições de laboratório

Experimentos de germinação com sementes de mulateiro foram conduzidos em 2012 e 2015, sendo o primeiro experimento conduzido em janeiro de 2012 com sementes coletadas em junho de 2010 e 2011. Foram utilizados três lotes formados por sementes provenientes de frutos maduros (lote 1) coletados em 2010 e secos (lote 2) e verdes (lote 3) coletados em 2011. Sementes de todos os lotes foram dispostas sobre papel de filtro (câmara de Emanuely) e sobre água em placas de Petri. Como a germinação ocorreu somente para as sementes coletadas em 2010, para a comparação dos percentuais de germinação foi aplicado o teste *t* de “Student” para proporções a 0,05 de significância.

O segundo experimento foi instalado em agosto de 2012 com o objetivo de verificar a qualidade das amostras armazenadas, recém-colhidas, separadas por densidade e estágio de maturação. Para tanto, sementes de mulateiro colhidas entre 2010 e 2012 foram distribuídas num delineamento inteiramente casualizado com seis amostras ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ ,  $A_5$ ,  $A_6$ ; Tabela 1) e quatro repetições de 50 sementes. As sementes foram dispostas em caixa do tipo gerbox contendo 100 mL de ágar ( $2 \text{ g L}^{-1}$  dissolvido em água a  $70 \text{ }^\circ\text{C}$ ). A primeira avaliação da germinação foi aos 14 dias após sementeira, a segunda avaliação aos 21 dias e a terceira aos 35 dias após a sementeira.

O terceiro experimento foi realizado em novembro de 2012 com cinco amostras de sementes ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4+A_5$ ,  $A_6$ ) oriundas das mesmas amostras do segundo experimento, sendo que as sementes pesadas e leves de 2012 foram misturadas formando apenas uma amostra ( $A_4+A_5$ ). As sementes, em número de 200, foram dispostas sobre 225 mL de água destilada em caixas gerbox contendo uma malha de algodão no fundo e nas bordas (Figura 2a,b,c). A função do algodão foi evitar que as sementes aderissem às laterais do gerbox.

O ensaio foi conduzido em duas câmaras de germinação (BOD), reguladas à  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  respectivamente. Aos 6 dias após sementeira foram adicionados 50 mL de água destilada em cada caixa gerbox. As leituras de germinação foram efetuadas aos 14 dias e 21 dias após a sementeira. Pela impossibilidade de casualização das temperaturas, os experimentos foram conduzidos de forma isolada ( $20 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ) e a análise do percentual de germinação seguiu um modelo de análise conjunta, uma vez que o quociente entre os quadrados médios das análises individuais não ultrapassou 2,4. As comparações entre temperaturas e amostras foram feitas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.



Figura 2. Disposição das sementes de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook F. ex K. Schum. em gerbox com base de algodão (a, b), com água destilada (c).

Para o quarto experimento, as sementes foram coletadas de frutos maduros em maio de 2015 formando uma única amostra (A<sub>7</sub>; Tabela 1). O experimento foi instalado em novembro de 2015 segundo um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2, sendo o primeiro fator correspondente ao substrato (sobre papel e sobre água) e o segundo fator correspondente as temperaturas de 20 e 25 °C, com oito repetições de 50 sementes.

Para o substrato papel, as sementes foram dispostas em caixa gerbox com uma folha de papel mata-borrão pré-embestado com uma solução contendo 1 L de água e três gotas de hipoclorito de sódio (entre 2 e 2,5% de NaClO). Para o substrato água, as sementes foram adicionadas em caixa gerbox com 300 mL de água, com algodão nas bordas (Figura 2). Os gerboxes foram dispostos em câmaras de germinação reguladas a 20 e 25 °C.

As avaliações da germinação foram diárias, contabilizando o número de sementes com protrusão de radícula. A avaliação começou 24 horas após a instalação do experimento finalizando aos 31 dias após sementeira. As características analisadas foram germinação, tempo inicial, médio e final (LABOURIAU, 1970), o índice de velocidade de emergência (MAGUIRE, 1962), índice de sincronia (PRIMACK, 1980) e coeficiente de variação do tempo (RANAL; SANTANA, 2006). Assim como no terceiro experimento, a análise seguiu o modelo de análise conjunta e as comparações de temperaturas e substratos para todas as características foram feitas pelo teste de Tukey a 0.05 de significância.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com sementes colhidas em 2010 e armazenadas por cerca de dois anos em condições ambientais (17,3 °C e UR=45%), a germinação de 64% ocorrida em janeiro de 2012 foi favorecida quando a semeadura foi realizada sobre a água, contrapondo com a germinação de 49% das sementes dispostas sobre papel de filtro (Tabela 2). Na água as plântulas apresentaram maior desenvolvimento do sistema radicular e, sobre o papel de filtro, a contaminação das sementes e plântulas foi alta. Esse resultado foi o primeiro indício de que sobre o papel de filtro a germinação é restringida e coloca em alerta a indicação das Instruções para Análise de Sementes Florestais (BRASIL, 2013) que recomenda o uso desse substrato para *Calycophyllum spruceanum*.

O maior percentual de germinação sobre a água pode ser consequência do baixo peso específico das sementes (0.03 g) e da presença das alas que permitiu a flutuação. Embora haja divergência em relação a flutuação das sementes (ALMEIDA, 2003; WEBER, dados não publicados), a hidrocoria é um dos mecanismos de dispersão da espécie (RUSSEL *et al.*, 1999). Embora não se possa atribuir exclusivamente as alas a capacidade de flutuação (JOHANSSON *et al.*, 1996), sua presença está relacionada a habilidade e mecanismos de dispersão (KAUFMANN *et al.*, 1991; KUBITZKI; ZIBURSKI, 1994; WALDHOFF *et al.*, 1996; BORCHSENIUS, 2002).

**Tabela 2.** Percentual de germinação de sementes de *Calycophyllum spruceanum*(Benth.)Hook F. ex K. Schum. coletadas entre 2010 e 2012, dispostas sobre papel de filtro (câmara de Emanuely), água (placa de Petri, gerbox) e ágar (gerbox), à 20 °C e 25 °C.

| Ano de coleta 2010 (amostra A <sub>1</sub> ) <sup>1</sup> |                           |         | Experimento de germinação conduzido em janeiro de 2012 a 20 °C   |         |        |
|---|---------------------------|---------|--|---------|--------|
| Câmara de Emanuely sobre papel de filtro                  |                           |         | G=49% b  |         |        |
| Placa de Petri sobre a água (placa de Petri)              |                           |         | G=64% a  |         |        |
| Conduzido em agosto de 2012 a 20 °C                       |                           |         | Conduzido em novembro de 2012                                    |         |        |
| Ano de coleta   | Germinação sobre ágar (%) |         | Germinação sobre água (%)  |         |        |
|   | Amostra                   | 20 °C   | Amostra  | 20 °C   | 25 °C  |
| 2010  | A <sub>1</sub>            | 10,5 c  | A <sub>1</sub>   | 2,0 cA  | 16,5cA |
| 2011  | A <sub>2</sub>            | 0,0 c   | A <sub>2</sub>   | 0,0cA   | 0,5dA  |
| 2011  | A <sub>3</sub>            | 1,0 c   | A <sub>3</sub>   | 0,0cA   | 1,0dA  |
| 2012  | A <sub>4</sub>            | 41,5 a  | A <sub>4</sub> +A <sub>5</sub>                                   | 85,0aB  | 95,5aA |
| 2012  | A <sub>5</sub>            | 38,0 ab |  |         |        |
| 2012  | A <sub>6</sub>            | 27,0 b  | A <sub>6</sub>   | 53,5 bB | 66,0bA |
| CV= 24,95; DMS= 11,07                                     |                           |         | CV=18,23; DMS <sub>amostra</sub> =9,7; DMS <sub>temp</sub> =10,3 |         |        |

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelos testes de Tukey ou *t* de Student, ambas a 0,05 de significância

Sobre ágar e em caixas do tipo gerbox, as sementes mais pesadas e coletadas em 2012 apresentaram maior percentual de germinação (A<sub>4</sub>=41,5%), em relação às pesadas colhidas no mesmo ano, porém armazenadas por três meses, A<sub>6</sub>=27% (Tabela 2). Ainda nesse mesmo substrato,

as sementes provenientes de frutos imaturos e de frutos secos colhidos em 2011 apresentaram germinação abaixo de 11%, assim como as sementes leves colhidas em 2010.

Num primeiro momento, a baixa germinação das sementes de todas as amostras dispostas em ágar, exceção das amostras A<sub>4</sub> e A<sub>5</sub> formadas por sementes recém-colhidas, poderia ser atribuída exclusivamente ao tempo de armazenamento, especialmente das sementes coletadas em 2010 e 2011. De fato, no experimento conduzido com sementes sobre a água (novembro de 2012) três meses após a condução em ágar (agosto de 2012), a germinação das sementes coletadas em 2010 e 2011 se manteve baixa. Contudo, um comparativo dos percentuais de germinação das sementes de 2012 (A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub> e A<sub>6</sub>) obtidos a 20 °C sobre ágar (agosto de 2012) e sobre água (novembro de 2012), mostraram que sobre água os percentuais duplicaram, mesmo após três meses de armazenamento (Tabela 2). Sobre a água a maioria das sementes flutuou, sendo pouco visíveis sementes submersas. Esses resultados mostraram a preferência das sementes de mulateiro em germinar sobre a água em relação a germinação sobre papel de filtro e ágar.

Houve também preferência de germinação em relação à temperaturas acima de 20 °C. Sementes pesadas e leves colhidas em 2012 germinaram sobre a água a 25° C com maior capacidade ( $G=95,5\%$ ) em relação a 20 °C (85,0%) (Tabela 2). Esse resultado era esperado visto que essa espécie é natural da região amazônica, onde há predominância de temperaturas mais elevadas durante o ano todo para sua germinação. Entretanto, esse resultado diverge do Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia (2004), publicado sobre a espécie, em que afirma que as sementes necessitam de luz e de temperatura entre 15 e 33 °C para germinar, e que a temperatura ótima é de 20° C. Essa percepção de que a temperatura de 25 °C foi estimuladora da germinação de sementes de mulateiro também pôde ser constatada para amostra A<sub>6</sub>. Essa temperatura pode ainda não ser a ótima, a se considerar os locais de ocorrência de mulateiro. Na região de coleta dessas sementes, o clima é do tipo tropical úmido com temperaturas que variam de 30 a 33 °C (MARINHO, 2015). A baixa ou mesmo a ausência de germinação das sementes de 2010 e 2011 não permitiu qualquer inferência sobre o efeito da temperatura.

No experimento conduzido em 2015 com sementes colhidas no mesmo ano, independente se sobre água ou papel mata-borrão, a germinação à 25 °C superou ( $G=37\%$ ) a germinação à 20 °C ( $G=29,8\%$ ) (Tabela 3). Cabe destacar a baixa qualidade das sementes colhidas em 2015, visualmente menores e com embrião diminuto, em relação à coleta de anos anteriores. Provavelmente como consequência dessa baixa qualidade, muitas sementes dispostas sobre a água submergiram e os percentuais de germinação nesta condição foram menores (25,6%) quando comparados a germinação sobre papel (41,12%).

**Tabela 3.** Medidas de germinação, tempo inicial, médio e final de germinação de sementes de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook F. ex K. Schum. sobre água e sobre papel, a 20 °C e 25°C.

| Substrato   | Germinação (%)       |          |         | Tempo inicial (dia)   |          |         |
|-------------|----------------------|----------|---------|-----------------------|----------|---------|
|             | Temperatura          |          |         | Temperatura           |          |         |
|             | 20 °C                | 25 °C    | Média   | 20 °C                 | 25 °C    | Média   |
| Sobre água  | 21,75                | 29,50    | 25,62 b | 18,62                 | 12,00    | 15,31 b |
| Sobre papel | 37,75                | 44,50    | 41,12 a | 13,12                 | 9,62     | 11,37 a |
| Média       | 29,75 B              | 37,0 A   |         | 15,87 B               | 10,81 A  |         |
|             | CV=21,07%; DMS=5,33  |          |         | CV=18,46%; DMS=1,87   |          |         |
| Substrato   | Tempo médio (dia)    |          |         | Tempo final (dia)     |          |         |
|             | Temperatura          |          |         | Temperatura           |          |         |
|             | 20 °C                | 25 °C    | Média   | 20 °C                 | 25 °C    | Média   |
| Sobre água  | 22,90 bB             | 15,81 bA | 19,35   | 28,12 aB              | 20,75 aA | 24,43   |
| Sobre papel | 18,20 aB             | 13,16 aA | 15,68   | 26,00 aA              | 24,87 bA | 25,43   |
| Média       | 20,55                | 14,48    |         | 27,06                 | 22,81    |         |
|             | CV= 6,92%; DMS= 1,30 |          |         | CV= 12,86%; DMS= 3,43 |          |         |

De maneira geral, a germinação sobre o papel e a temperatura de 25 °C antecipou os tempos inicial, médio e final de germinação das sementes (Tabela 3). O tempo final não sofreu influência das temperaturas de 20 °C e 25 °C quando as sementes foram dispostas sobre papel, 26 e 24,9 dias respectivamente. De forma similar, à 20 °C a disposição sobre água ou papel também não afetou os tempos finais de germinação 28,12 e 26,0 dias, respectivamente.

A baixa da sincronia de germinação das sementes foi reflexo do baixo número de sementes germinadas por dia, independente do substrato e da temperatura de incubação. O coeficiente de variação da germinação foi maior para sementes germinadas sobre a água (16,51) e a temperatura de 20 °C.

**Tabela 4.** Medidas de sincronia e de uniformidade de germinação de sementes de *Calycophyllum spruceanum* dispostas sobre a água e sobre papel a 20 °C e 25 °C.

| Substrato   | Sincronia              |         |         | Coeficiente de variação (%) |         |         |
|-------------|------------------------|---------|---------|-----------------------------|---------|---------|
|             | Temperatura            |         |         | Temperatura                 |         |         |
|             | 20 °C                  | 25 °C   | Média   | 20 °C                       | 25 °C   | Média   |
| Sobre água  | 0,086                  | 0,235   | 0,161 a | 14,01                       | 19,01   | 16,51 a |
| Sobre papel | 0,123                  | 0,134   | 0,128 a | 19,08                       | 27,88   | 23,48 b |
| Média       | 0,105 A                | 0,184 A |         | 16,54 A                     | 23,45 B |         |
|             | DMS= 0,15; CV= 143,86% |         |         | DMS= 5,67; CV=37,44%        |         |         |

## 5. CONCLUSÕES

A germinação das sementes de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook F. ex K. Schum. sob condições controladas é maior sobre a água e à temperatura de 25 °C divergindo das Instruções para Análise de Sementes Florestais (Brasil, 2013) que indica substrato papel de filtro e temperatura ótima de 20 °C para a espécie.

Sobre a água em gerbox, as sementes flutuam e a germinação ocorre, porém quando submergem a germinação não ocorre.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M.C. **Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de multeiro (*Calycophyllum spruceanum* Benth.) – Rubiaceae.** 2003. 116f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro - SP.
- ALMEIDA, M.C. Pau-mulato-da-várzea *Calycophyllum spruceanum*(Benth.) Hook. f. ex K. Schum. **Informativo Técnico da Rede de Sementes da Amazônia**, v. 6, [s.n.], p.01-02, 2004.
- ANGEVINE, M.W; CHABOT, B.F. Seed germination syndromes. In: SOLBRIG, O.T.; JAIN S.; JOHNSON, G.B.; RAVEN, P.H. **Topics in plant population biology**, New York: Columbia University, 1979. p.189-206.
- BAWA, K. S.; PERRY, D. R.; BEACH, J. H. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. I. Sexual systems and incompatibility mechanisms. **American Journal of Botany**, v.72, p.331-345, 1985.
- BORCHSENIUS, F. Staggered flowering in four sympatric varieties of *Geonoma cuneata*(Palmae) **Biotropica**, v. 34, n. 4, p. 603-606, 2002.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**, de 17 de janeiro de 2013, Brasília: MAPA, 2013. 98 p.
- CASANOVA, M.; BROCK, M.A. How do depth, duration and frequency of flooding influence the establishment of wetland communities? **Plant Ecology**, v. 147, p. 237–250, 2000.
- CONSERVA, A.S. **Germinação de sementes, emergência e estabelecimento de plântulas de dez espécies nas várzeas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã e Mamirauá, Amazônia Central.** 2007. 153 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2007.
- DOUROJEANNI, M.J. Aprovechamiento del barbecho forestal em areas de agricultura migratória en la Amazonia peruana Lima. **Revista Forestal del Peru**, v. 14, n. 2, p. 15-61, 1987.

- FERREIRA, L.V.; ALMEIDA, S. S. de; PAROLIN, P. Amazonian white- and blackwater floodplain forests in Brazil: large differences on a small scale. **Ecotropica**, Belém, v. 16, n. 1, p.31-41, 2010.
- FERREIRA, L.V.; PAROLIN, P. Tree Phenology in central amazonian floodplain forests: effects of water level fluctuation and precipitation at community and population level. **Pesquisas (Botânica)**, v. I, p. 139-156, 2007.
- FONSECA-JUNIOR, S. F.; PIEDADE, M. T. F.; SCHÖNGART, J. Wood growth of *Tabebuia barbata* (E. Mey.) Sandwith (Bignoniaceae) and *Vatairea guianensis* Aubl. (Fabaceae) in Central Amazonian black-water (igapó) and white-water (várzea) floodplain forests. **Trees**, v. 23, p. 127-134, 2008.
- FUMANAL, B.; CHAUVEL, B.; SABATIER, A.; BRETAGNOLLE, F. Variability and cryptic heteromorphism of *Ambrosia artemisiifolia* seeds: what consequences for its invasion in France? **Annals of Botany**, v.100, p. 305–313, 2007.
- GARWOOD, N.C. Functional morphology of tropical tree seedlings. In: SWAINE, M.D. (Ed.). **The ecology of tropical forest tree seedlings**. Paris: UNESCO and Parthenon Publishing Group, 1996. p. 59-129.
- GILL, C. J. The flooding tolerance of woody species – a review. **Forestry Abstracts**, New York, v. 31, p. 671-688, 1970.
- GOULDING, M. **Amazonian fisheries**. In: MORAN, E.F. (ed.) The dilemma of Amazonian development. Westview Press, 1983. p. 189-210.
- GUITTON, T.L. **Madeiras da Amazônia: características e utilização**. 1.ed., Rio Branco: CEAGAC, 1991. 138p.
- JOHANSSON, M.E.; NILSSON, C.; NILSSON, E. Do Rivers as corridors for plant dispersal? **Journal of Vegetation Science**, v.7, p. 593-598, 1996.
- JUNK, W. J. **Flood tolerance and tree distribution in central Amazonia**. In: HOLM-NIELSEN L. B.; NIELSEN I. C.; BALSLEV. H. (Eds.) Tropical Forest Botanical Dynamics. Speciation and Diversity. London: Academic Press, 1989. p.47-64.
- JUNK, W. J. **The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Plön: Germany, 1997. 520p.
- KAUFMANN, S.; MCKEY, D.B.; HOSSAERT-MCKEY, M.; HORVITZ, C.C. Adaptations for a two-phase seed dispersal system involving vertebrates and ants in a hemiepiphytic fig (*Ficus microcarpa* Moraceae). **American Journal of Botany**, v.78, n.7, p. 971-977, 1991.
- KOZŁOWSKI, T.T. Physiological ecology of natural regeneration of harvested and disturbed forest stands: implications for forest management. **Forest Ecology and Management**, v.158, p. 195-221, 2002.
- KOZŁOWSKI, T. T. Responses of woody plants to flooding and salinity. Victoria: Heron Publishing, **Tree Physiology Monograph**, Victoria, n. 1. p.1-29, 1997.



- KUBITZKI, K.; ZIBURSKI, A. Seed dispersal in flood plain forest of Amazonia. **Biotropica**, v.26, n.1, p.30-43, 1994.
- LABOURIAU, L.G. On the physiology of seed germination in *Vicia graminea*L. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.42, p. 235-262, 1970.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 1992. 352p.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 1.ed. Nova Odessa: Ed.Plantarum, 1998. 317p.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.
- MARINHO, T. A. S. **Estabelecimento e distribuição de espécies arbóreas em florestas de várzea na amazônia central**. 2015. 93 f. Tese (Doutorado) - Curso de Biologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Inpa, Manaus.
- NG, F.S.P. Strategies of establishment in Malayan forest trees. In: R B. TOMLINSONAND, P. B.; ZIMMERMANN, M.H. **Tropical Tress as Living Systems**. Cambridge University Press, Cambridge, 1978. p. 129-162.
- PAROLIN, P. Auswirkungen Periodischer Vernassung und überflutung auf phänologie, photosynthese und blatt physiologie von baumarten unterschiedlicher wachstums strategie in Zenlralamazonische n überschwemmungsgebieten. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades, Universitat Hamburg, Hamburg, 1997. 156 p.
- PRIMACK, R.B. Variation in the phenology of natural populations of montane shrubs in New Zealand. **Journal of Ecology**, Boston, v.68, p. 849-862, 1980.
- RANAL, M.A.; SANTANA, D.G. How and why to measure the germination process? **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.29, p.1-11, 2006.
- RECORD, S.J.; HESS, R.W. **Timbers of the New World**. New Haven: **Yale University Press**, 1943. 640 p.
- RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis no Brasil: manual de dendrologia brasileira**. 1.ed. São Paulo: Blücher.1971. 292p.
- RUSSELL, J.R.; WEBER, J.C.; BOOTH, A.; POWELL, W.; SOTELO-MONTES, C.; DAWSON, I.K. Genetic variation of *Calycophyllum spruceanum* in the Peruvian Amazon Basin, revealed by amplified fragment length polymorphism (AFLP) analysis. **Molecular Ecology**, v. 8, n. 2, p. 199-204, 1999.
- SCHÖNGART, J.; PIEDADE, M. T. F.; LUDWIGSHAUSEN, S.; HORNAS, V.; WORBES, M. Phenology and stem-growth periodicity of tree species in Amazonian floodplain forests. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 18, n. 1, p. 581-597, 2002.

TERBORGH, J. Seed and fruit dispersal-commentary. In: BAWA, K.S.; HANDLEY, M. (Ed.). **Reproductive ecology of tropical forest plants**. Paris, France: The Parthenon Publishing Group, 1990. p. 181-190.

UGARTE-GUERRA, L.J.; DOMÍNGUEZ-TORREJÓN, G. Índice de Sitio (IS) de *Calycophyllum spruceanum* Benth. Em relación com la altura dominante Del rodal em ensayos de plantación en la Cuenca Del Aguaytía, Ucayali, Perú. **Ecología Aplicada**, v. 9, n. 2, p. 101- 111, 2010.

van den BROEK, T. ; van DIGGELEN, R.; BOBBINK, R. Variation in seed buoyancy of species in wetland ecosystems with different flooding dynamics. **Journal of Vegetation Science**, v.16, p.579–586, 2005.

WALDHOFF, D.; SANT-PAUL, U.; FURCH. B. Value of fruits and seeds from the floodplain forests of central Amazonia as food resource for fish. **Ecotropica**, v. 2, p.143-156, 1996.

WALDHOFF, D.; MAIA L.M.A. Production and chemical composition of fruits from trees in floodplain forests of Central Amazonia and their importance for fish production. In: JUNK, W.J.; OHLY, J.J.; PIEDEDE, M.T.F.; SOARESs, M.G. (Eds.): **The Central Amazon Floodplain: Actual Use and Options for a Sustainable Management**. Backhuys Publishers, Leiden, 2000. p. 393-415.

WALDHOFF, D.; FURCH, B. Leaf morphology and anatomy in eleven tree species from Central Amazonian floodplains (Brazil). **Amazoniana**, v.17, n.(1/2), p 79-94, 2002.

WILLIAMSON, B.W.; COSTA, F.; VERA, C.V.M.; Dispersal of Amazonian trees: hydrochory in *Swartzia polyphylla*. **Biotropica**, v. 31, p. 460–465, 1999.

WITTMANN, F.; ANHUF, D.; JUNK, W.J. Tree species distribution and community structure of Central Amazonian várzea forests by remote sensing techniques. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, p. 805-820, 2002.

WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; MONTERO, J.C.; MOTZER, T.; JUNK, W.J.; PIEDEDE, M.T.F.; QUEIROZ, H.L.; WORBES, M. Tree species composition and diversity gradients in white-water forest across the Amazon basin. **Journal of Biogeography**, v. 33, p.1334-1347, 2006.

WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; JUNK, W. J. Phytogeography, species diversity, community structure and dynamics of Amazonian floodplain forests. In: JUNK, W. J.; PIEDEDE, M. T. F.; WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; PAROLIN, P.(EDS.) **Amazonian floodplain forests: ecophysiology, biodiversity and sustainable management**. Berlin: Springer Verlag, 2010a, cap. 4, p.61–102.

WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J. WITTMANN, A. O.; PIEDEDE, M. T. F.; PAROLIN, P.; JUNK, W. J.; GUILLAUMET, J. L. **Manual de árvores de várzea da Amazônia 97 Central: taxonomia, ecologia e uso**. MANAUS: INPA, 2010b, 298p.

WITTMANN, F.; PAROLIN, P. Phenology of six tree species from Central Amazonia várzea. **Ecotropica**, v.47, p.51-57, 1999.

WORBES, M. Lebensbedingungen und Holzwachstum in zentralamazonischen Überschwemmungswäldern. **Scripta Geobotanica**, v.17, p. 1-112, 1986.

WORBES, M. Growth rings, increment and age of trees in inundation forests, savannas and a mountain forest in the Neotropics. **IAWA Bulletin**, v.10, n. 2, p.109-12,1989.

WORBES, M. The forest ecosystem of the floodplains In W.J. Junk, **The Central Amazon Floodplain**. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. p. 223-265, 1997.

ZIBURSKI, A. Dissemination, Keimung und EtablierungeinigerBaumarten der Überschwemmungswälder Amazoniens. **Tropische und Subtropische Pflanzenwel**, Mainz, v.77, p.1-96, 1991.