



**LUCINDA HELENA FRAGOSO MONFORT**

**ESTUDO DA MORFOLOGIA E GERMINAÇÃO  
DE SEMENTES DE JABORANDI (*Pilocarpus  
microphyllus* Stapf ex Holmes)**

**LAVRAS – MG**

**2015**

**LUCINDA HELENA FRAGOSO MONFORT**

**ESTUDO DA MORFOLOGIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE  
JABORANDI (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Renato Mendes Guimarães

**LAVRAS – MG**

**2015**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha  
Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados  
informados pelo (a) próprio(a) autor(a).**

Monfort, Lucinda Helena Fragoso.  
Estudo da morfologia e germinação de sementes de jaborandi  
(*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes) / Lucinda Helena Fragoso  
Monfort. – Lavras: UFLA, 2015.  
29 p.

Dissertação (mestrado acadêmico) – Universidade Federal de Lavras,  
2015.

Orientador: Renato Mendes Guimarães.

Bibliografia.

1. Plantas medicinais. 2. Germinação. 3. Rutaceae. I. Universidade  
Federal de Lavras. II. Título.

**LUCINDA HELENA FRAGOSO MONFORT**

**ESTUDO DA MORFOLOGIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE  
JABORANDI (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 25 de fevereiro de 2015.

Dr. Renato Mendes Guimarães

UFLA

Dra. Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa

EMBRAPA

Dr. Everson Reis Carvalho

UFLA

Dr. Renato Mendes Guimarães

Orientador

**LAVRAS - MG**

**2015**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por estar sempre comigo, iluminando os meus caminhos.

Aos meus amados e queridos pais, Osias Monfort e Elizabeth Fragoso e minhas irmãs, Lucila Monfort e Karla Monfort, pelo apoio incondicional, amizade e carinho. Sem o amor de vocês eu não teria conseguido.

Aos professores Renato Mendes Guimarães, José Eduardo Brasil Pereira Pinto e Suzan Kelly Vilela Bertolucci, pela orientação, confiança e amizade.

Ao pesquisador Osmar Alves Lameira, pelos ensinamentos, pela amizade e confiança.

Aos colegas Diego Souza Pereira e João Antônio Granja, pela ajuda e amizade no decorrer de todo o trabalho.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares, pela oportunidade de cursar o Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudos.

A todos os colegas e funcionários do Laboratório de Sementes e do Horto de Plantas Medicinais da Universidade Federal de Lavras, pela amizade.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes, conhecida como jaborandi e jaborandi-legítimo, pertencente à família Rutaceae, é uma planta arbustiva de pequeno porte encontrada, principalmente, no norte e no nordeste do Brasil. É a única fonte natural de pilocarpina, que apresenta propriedades medicinais, muito utilizada na indústria farmacêutica para a produção de medicamento contra glaucoma. Sabe-se que o estudo morfológico de sementes e plântulas é importante para o incremento do conhecimento sobre determinada espécie e que a germinação constitui um fator primordial para que a semente possa gerar uma plântula. Assim, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de estudar a morfologia de sementes, plântulas e da germinação em relação a diferentes condições de luz e temperatura. A descrição morfológica foi realizada durante 60 dias, a partir da semeadura de 200 sementes em substrato areia, na câmara de 25 °C, com a utilização de corte transversal para a morfologia interna. Os aspectos morfológicos foram ilustrados por meio de fotos. Foi realizado o teste de germinação em quatro temperaturas distintas, pois não há recomendação para a espécie, e obteve-se o peso de mil sementes, ambas as metodologias avaliadas com base nas Regras de Análise de Sementes. A semente de jaborandi é reniforme, com tegumento negro, liso e brilhante. A germinação é do tipo hipógea, com sete estádios morfológicos. Sementes de jaborandi são indiferentes à luz, germinando melhor em temperatura constante de 25 °C ou de 30 °C.

Palavras-chave: Plantas medicinais. Germinação. Rutaceae. Jaborandi

## ABSTRACT

*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes, known as jaborandi and jaborandi-legitimate, belonging to the family Rutaceae, is a shrubby plant small found mainly in northern and northeastern Brazil. It is the only natural source of pilocarpine, which has medicinal properties, widely used in the pharmaceutical industry for the production of medicament against glaucoma. It is known that the morphological study of seed and seedlings is important for improving knowledge about particular species and that germination is a key factor for the seed can generate a seedling. Thus, the present work was to study the morphology of seeds, seedlings and germination in relation to different conditions of light and temperature. The morphological description was made for 60 days from sowing 200 seeds in sand at 25 ° C chamber with the use of cross-section to the internal morphology. The morphological aspects were illustrated by photos. The germination test was conducted at four different temperatures, because there is no recommendation for the species, and gave the thousand seed weight, both methods evaluated on the basis of Seed Analysis Rules. The jaborandi seed is kidney-shaped, with black, smooth and shiny integument. The germination is hypogeal type, with seven morphological stages. Jaborandi seeds are indifferent to light germinating best at constant temperature of 25 ° C or 30 ° C.

Keywords: Medicinal plants. Germination. Rutaceae. Jaborandi

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1</b>	<b>Descrição botânica</b> .....	<b>10</b>
<b>2.2</b>	<b>Propriedades medicinais</b> .....	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>4.1</b>	<b>Influência da luz e da temperatura na germinação</b> .....	<b>17</b>
<b>4.2</b>	<b>Morfologia</b> .....	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>24</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>25</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O homem sempre selecionou espécies vegetais, seja para a sua alimentação ou para a cura e o alívio dos males. As primeiras civilizações perceberam que algumas plantas apresentavam princípios ativos, os quais eram experimentados no combate às doenças, revelando empiricamente seu poder curativo (BADKE et al., 2011).

As plantas medicinais representam a principal matéria-prima médica utilizada pela medicina, em suas práticas terapêuticas, embora seja a medicina popular a que utiliza o maior número de espécies diferentes (HAMILTON, 2003). Segundo estudos realizados pela Organização Mundial de Saúde (OMS), de 65% a 80% da população dos países em desenvolvimento têm nas plantas medicinais a única fonte de acesso aos cuidados à saúde.

Entre as várias espécies já utilizadas pelo homem, tem-se o jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes), pertencente à família Rutaceae, utilizado na indústria farmacêutica, principalmente na fabricação de colírio e de remédios para cirurgias e tratamentos oftalmológicos, sobretudo o glaucoma.

Dentre as espécies de *Pilocarpus* encontradas no Brasil, o *Pilocarpus microphyllus* Stapf é o que apresenta maior quantidade do alcaloide ativo em sua composição química, sendo, portanto, uma espécie importante para a farmacologia.

*Pilocarpus microphyllus* Stapf é considerado o “jaborandi legítimo” ou “jaborandi-do-maranhão”, por causa de sua ocorrência mais intensa no estado do Maranhão e é reputado e comprovado em laboratório ter o mais alto nível de alcaloide em suas folhas (CORRÊA, 1969), em relação às outras espécies do gênero *Pilocarpus*. Sawaya et al. (2008) descobriram mais três alcaloides na composição do jaborandi, no entanto, ainda não conseguiram identificá-los.

Por não existir padrão para esta espécie nas Regras de Análises de Sementes, além da grande busca por esta planta para uso medicinal e a escassez de estudos sobre o cultivo da espécie, cresce a necessidade de pesquisas relacionadas à morfologia de sementes e plântulas. Também estudos sobre a propagação são importantes, visto que, devido à atual exploração extrativista, há risco de extinção, estando esta espécie na lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (BRASIL, 2008). Portanto, neste trabalho, o objetivo foi estudar e apresentar aspectos da morfologia de sementes e plântulas de jaborandi e da germinação submetidas a diferentes condições de luz e temperatura.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Descrição botânica

A espécie *Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes, conhecida popularmente como jaborandi, pertence à família Rutaceae e ao gênero *Pilocarpus*.

A família Rutaceae inclui cerca de 160 gêneros e 1.900 espécies, distribuídas em todo o mundo, desde regiões tropicais a temperadas, mas são especialmente abundantes na Austrália e na África do Sul (GROPPO et al., 2008). Apresenta como característica marcante a presença de cavidades secretoras, principalmente nas folhas (MUNTOREANU et al., 2013).

No Brasil, existem 32 gêneros nativos com 154 espécies, dos quais 17 são das espécies do gênero *Pilocarpus* (SKORUPA; PIRANI, 2004). Segundo Abud et al. (2010), existem 10 espécies, vulgarmente denominadas de jaborandi, do gênero *Pilocarpus*, distribuídas pelo Brasil. No entanto, Lucio, Sharapin e França (2002) relatam que o gênero *Pilocarpus*, da família das Rutáceas, compreende 13 espécies neotropicais que estão espalhadas na região situada entre os trópicos de câncer e de capricórnio e, ainda, que, no Brasil, são encontradas apenas nove espécies, que recebem designação geral de jaborandi.

Por ser uma planta de regiões de clima quente e úmido, é encontrada em terrenos argilosos de baixa fertilidade e em chapadões arenosos, cobertos por vegetação de capoeira (LAMEIRA et al., 2008).

Lorenzi e Matos (2002) caracterizam esta espécie como um pequeno arbusto, ereto, ramificado, de cerca de 1,2 m de altura. As folhas são compostas imparipinadas, comumente com sete folíolos, quase sésseis, exceto o apical, com limbo de ápice emarginado e nervuras salientes nos bordos da face dorsal,

enquanto as flores são amarelo-esverdeadas, que dão origem a frutos do tipo cápsula deiscente.

O jaborandi é uma planta arbustiva bastante ramificada, podendo alcançar até 3 m de altura. As folhas são compostas, medindo, em média, 40 cm, com folíolos coriáceos, de forma lanceolada, enquanto as flores são pequenas, dispostas em racimos, ou seja, cachos compactados. Os frutos são dispostos em cachos brancos contidos em cápsulas de córtex acinzentados e lisos e as sementes arredondadas de cor preta (LAMEIRA et al., 2008).

A propagação do jaborandi pode ser por sementes. A germinação ocorre entre 10 e 30 dias, em semeadura direta, em substratos contidos em sacos plásticos ou em sementeiras. Para a colocação em local definitivo, utiliza-se o espaçamento de 1,5 m x 1,0 m ou 2,0 m x 2,0 m e entre fileiras duplas de 1,0 m x 1,0 m x 2,0 m (LAMEIRA et al., 2008).

Rutaceae é uma família que tem se diferenciado e sido bastante estudada, principalmente pela sua alta variedade de metabólitos secundários, tais como alcaloides, cumarinas, lignanas e terpenoides. Estas classes de compostos têm grande variedade de atividade biológica, como, por exemplo, antifúngica, bactericida, antiviral e inseticida (GUERREIRO et al., 2005).

## **2.2 Propriedades medicinais**

De acordo com Almassy et al. (2005), planta medicinal é toda planta que, administrada ao homem ou ao animal, por qualquer via ou forma, exerça uma ação terapêutica.

Uma das plantas utilizadas pela indústria farmacêutica é o *Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holmes, popularmente conhecido como jaborandi, espécie pertencente à família Rutaceae.

Esta espécie do gênero *Pilocarpus* também é conhecida popularmente como jaborandi, jaborandi-do-maranhão, jaborandi-legítimo, jaburandi, jaborandi-da-folha-pequena, além de jaborandi-de-pernambuco e jaborandi-do-paraguai (LORENZI; MATOS, 2002).

Os *Pilocarpus* começaram a ser estudados, quanto às suas propriedades farmacológicas, em 1873, quando foi confirmado que o jaborandi era um potente estimulante do sistema secretor, além de substância diurética e sudorífica (CORRÊA, 1969).

Vivino et al. (1999) apresentam, em seu trabalho, um relato de 1888, segundo o qual um médico britânico descreveu um caso sobre uma mulher com queixa de secura bucal e ceratoconjuntivite seca, que foi tratada com tintura de jaborandi, tanto via oral como subcutânea, o que ocasionou melhora em seu estado clínico.

O jaborandi apresenta em sua composição química, segundo Santos e Moreno (2004), três alcaloides, três monoterpênicos e cinco sesquiterpênicos. Os *Pilocarpus* são as únicas fontes naturais da droga pilocarpina, um alcaloide extraído das suas folhas muito utilizado na oftalmologia para a contração da pupila e também para o tratamento de certos tipos de glaucoma (MENESES et al., 2013).

Outras espécies de *Pilocarpus* também contêm pilocarpina em concentrações variadas (uma média de 0,5%), mas a mesma quantidade de outros alcaloides imidazólicos, como isopilocarpina, jaborina, jaboridina e pilocarpidina.

Outro alcaloide que está sendo estudado e que está presente na composição química do jaborandi é a epiisopiloturina, que tem propriedades farmacológicas comprovadas como anti-inflamatório, antinociceptivo e contra esquistossomose (VERAS et al., 2012).

Os alcaloides imidazóis presentes no jaborandi apresentam propriedades antifúngicas, agindo na inibição da incorporação do acetato de ergosterol, o qual inibi a enzima lanosterol desmetilase, causando alterações na fluidez e na permeabilidade da membrana citoplasmática do fungo, prejudicando a captação dos nutrientes, o que se traduz por inibição do crescimento fúngico, originando alterações morfológicas que resultam em morte celular (FARIAS; GIUFFRIDA, 2008; RICHARDSON; WARNOCK, 1993). Esses alcaloides conferem também ao jaborandi propriedades farmacológicas, como na redução da xerostomia e apresenta atividades antibacterianas, entre outras.

Estudos morfológicos são importantes para que haja um maior conhecimento sobre as espécies, auxiliando a filogenia e a taxonomia (FERREIRA; CUNHA, 2000). Têm, ainda, a finalidade de auxiliar na caracterização de aspectos ecológicos das plantas, como a dispersão, o estabelecimento de plântulas e a fase da sucessão ecológica (MATHEUS; LOPES, 2007).

De acordo com Oliveira (1993), a morfologia de plântulas aumenta o conhecimento sobre determinada espécie ou agrupamento sistemático de plantas e ainda facilita o reconhecimento e a identificação das espécies de uma determinada região, dentro de um enfoque ecológico. Para Battilani, Santiago e Souza (2006), o estudo morfológico de plântulas possibilita o reconhecimento da espécie no banco de plântulas e auxilia o entendimento do processo de germinação, vigor, armazenamento, viabilidade e métodos de propagação das espécies.

O estudo da morfologia de sementes e das plântulas em estágios iniciais de desenvolvimento tem grande importância, pois contribui para melhorar o conhecimento do processo reprodutivo das espécies vegetais, servindo de subsídio para a produção de mudas (GUERRA; MEDEIROS FILHO; GALHÃO, 2006).

Melo e Varela (2006) afirmam que o conhecimento dos aspectos morfológicos de germinação de sementes contribui para a sua propagação, permitindo o uso racional da floresta.

Segundo Marcos Filho (2005), processos como velocidade, percentagem e a uniformidade da germinação são influenciados tanto por condições internas quanto por fatores do ambiente, a exemplo da luz e da temperatura, informações que corroboram a de Carvalho e Nakagawa (2012). A temperatura é um dos fatores que influenciam tanto o aspecto da germinação total como a velocidade de germinação, pois age na velocidade de absorção de água, como nas reações bioquímicas.

As sementes de jaborandi são ortodoxas, podendo ser conservadas, por longo prazo, em bancos de germoplasma, garantindo a manutenção da variabilidade genética da espécie. As sementes têm características básicas para a identificação de famílias, gêneros ou, até mesmo, espécies, existindo diversos fatores ambientais que influenciam a germinação, a exemplo da luz e temperatura (EIRA et al., 1992).

O processo germinativo ocorre dentro de uma faixa de temperatura cujos valores absolutos dependem de cada espécie. Na temperatura ótima observa-se a máxima porcentagem de germinação em um espaço de tempo menor, enquanto sob temperatura máxima e mínima as sementes pouco germinam, ou seja, temperatura ótima pode ser definida como a temperatura em que ocorre a maior percentual de germinação em um espaço de tempo menor (ARAÚJO NETO et al., 2002).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes, na Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG, Brasil. As sementes eram oriundas de acessos pertencentes ao Horto Medicinal da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Amazônia Oriental, Belém, PA, e foram coletadas, após a dispersão natural, em sacos de filó que envolviam os frutos. Após a coleta, foram colocadas em bandejas de plástico em ambiente natural e enviadas, em sacos plásticos transparentes, ao laboratório, onde foram armazenadas, por um mês, em câmara fria, até a realização do experimento.

Para o teste de germinação foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes, semeadas em gerbox e colocadas entre papel mata-borrão umedecido com 2,5 vezes o peso do substrato de água destilada, mantidas em BOD em diferentes faixas de temperatura (25 °C, 30 °C, 35°C e alternada 25° C-35° C), na presença de luz e no escuro. As avaliações foram realizadas com base em Brasil (2009b).

Avaliou-se também o Índice de Velocidade de Germinação, o qual foi calculado pelo somatório do número de sementes germinadas a cada dia dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a germinação, de acordo com a fórmula de Maguire (1962)

$$ivG = (G1/N1) + (G2/N2) + (G3/N3) + \dots + (Gn/Nn),$$

em que

$ivG$  = índice de velocidade de germinação,

$G1, G2, G3, \dots, Gn$  = número de plântulas computadas na primeira, na segunda, na terceira e na última contagem;

$N1, N2, N3, \dots, Nn$  = número de dias da semeadura, à primeira, segunda, terceira e última contagem.



O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições de 50 sementes distribuídas em esquema fatorial (2x4), sendo dois ambientes (com e sem luz) e quatro faixas de temperatura (25 °C, 30 °C, 35 °C, 25 °C-35 °C). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ) e os resultados analisados por meio de comparação de média, para dados qualitativos, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa Sisvar.

Para as descrições e as ilustrações da morfologia das sementes e plântulas, durante a germinação, foram semeadas 200 sementes em copos plásticos contendo areia como substrato, mantidos em câmara de 25 °C e irrigação intermitente, de acordo com Abud et al. (2010). O processo de germinação das sementes e o crescimento das plântulas foram avaliados ao longo de 60 dias. Para morfologia interna, as sementes foram cortadas transversalmente e as ilustrações foram feitas utilizando-se o microscópio óptico provido de câmara. As observações foram registradas com base no glossário ilustrado de morfologia (BRASIL, 2009a).

Os aspectos morfológicos de sementes, da germinação e de plântulas foram ilustrados por meio de fotos. Os tamanhos das sementes, em suas três dimensões, foram obtidos em amostras de 200 sementes, utilizando-se paquímetro. O comprimento foi medido na região compreendida entre a base e o ápice da semente. A largura e a espessura foram medidas na parte intermediária das sementes, sendo a largura a região compreendida entre o lado direito e o esquerdo, e a espessura a região localizada entre o hilo e dorso da semente.

A determinação do peso de 1000 sementes foi realizada em oito repetições de 100 sementes provenientes da porção pura do teste de pureza. Cada repetição foi pesada e foram calculados a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos valores obtidos na pesagem. A análise foi feita de acordo com a metodologia descrita em Brasil (2009b).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Influência da luz e da temperatura na germinação

Em relação à influência da luz na germinação das sementes de jaborandi, em todas as temperaturas testadas, a protrusão da radícula foi observada tanto na presença quanto na ausência da luz, indicando que a interação dos fatores estudados não foi significativa (Tabela 1), o que caracteriza essas sementes como fotoblásticas neutras.

Vieira (2009) verificou o mesmo comportamento quanto à influência da luz nas sementes de *Clausena excavata* Burm.f., espécie também pertencente à família Rutaceae.

Apesar de ser relatada a necessidade de luz para a germinação das sementes de espécies florestais pioneiras, assim como no jaborandi, as sementes de *Heliocarpus popayanensis* também apresentaram o mesmo comportamento em relação à luz (BRANCALION et al., 2008).

Como as sementes apresentam germinação com ou sem luz, essas espécies podem ocupar microambientes na floresta, ou, mesmo, o solo coberto com uma camada de pedras ou uma acumulação de folhas (MERCIER; GUERREIRO- FILHO, 1990).

Tabela 1 Influência da luz na germinação das sementes de jaborandi. UFLA, Lavras, MG, 2014

Tratamento (luz)	Germinação (%)
Com	63,4 a
Sem	65,8 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ )

O início da germinação ocorreu no quinto dia após a semeadura, nas temperaturas de 25 °C, 35 °C e na alternada 25 °C -35 °C. Já na temperatura de 30 °C, o início ocorreu no quarto dia, tendo uma estabilização da germinação no 18º dia após a implantação do teste.

Dentre as temperaturas testadas, a de 25 °C e a de 30 °C promoveram a maior porcentagem de germinação, com 71,6% e 68,8%, respectivamente (Tabela 2). Assim, torna-se desnecessária a alternância de temperatura. Este fator também foi observado na espécie florestal monjoleiro, tendo sido relatadas a sincronização da germinação e a redução do tempo médio para que ela ocorra (ARAÚJO NETO; AGUIAR; FERREIRA, 2003).

A temperatura adequada para a germinação de sementes de espécies florestais e medicinais vem sendo estudada por alguns pesquisadores. Como exemplo, foram definidas como temperaturas ótimas para a germinação a de 25 °C, para sementes de *Stevia rebaudiana* Bert. (RANDI; FELIPPE, 1981) e as de 25 °C e de 30 °C, para sementes de *Mabea fistulifera* Mart. (LEAL FILHO; BORGES, 1992).

Menor porcentagem de germinação foi obtida com as temperaturas de 35 °C e a alternada de 25 °C- 35 °C, o que pode ser explicado pela exposição das sementes a temperaturas muito acima da ótima.

A faixa ideal de temperatura para a germinação de sementes de jaborandi foi de 25 °C a 30 °C, considerando que não houve diferença significativa no valor do índice de velocidade de germinação entre as temperaturas testadas (Tabela 2).

As sementes têm a capacidade de germinar dentro de uma determinada faixa de temperatura característica para cada espécie, mas o tempo necessário para se obter a porcentagem máxima de germinação é dependente da temperatura (ARAÚJO NETO; AGUIAR; FERREIRA, 2003).

Altas temperaturas aceleram a velocidade do processo germinativo, mas de maneira desuniforme, fazendo com que o número de sementes que conseguem completá-lo caia rapidamente (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988).

Tabela 2 Germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de jaborandi submetidas a diferentes temperaturas. UFLA, Lavras, MG, 2014

Tratamento (°C)	Germinação (%)	IVG
25	71,6 a	3,25 a
30	68,8a	3,45a
35	62,0 b	3,87 a
25-35	56,0b	3,87 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ )

#### 4.2 Morfologia

As sementes de jaborandi maduras (Figura 1) são reniformes, com dimensões médias de 8,47 mm de comprimento, 5,12 mm de largura e 4,35 mm de espessura. As dimensões variaram de 7,56 a 8,93 mm de comprimento, de 4,32 a 5,67 mm de largura e de 3,46 a 4,94 mm de espessura. São bitegmentadas e apresentam tegumento liso, brilhante, de coloração negra, sendo esta coloração tegumentar (marrom ou negro) comum em espécies da família Rutaceae (SILVA; PAOLI, 2006). O hilo tem forma oval e coloração marrom, assim como as sementes de *Pilocarpus pennatifolius* (SOUZA; MOURÃO; SOUZA, 2005), além de endosperma amarelado (Figura 2) e micrópila não visível.



Figura 1 Vista externa da semente. A - vista da região basal, evidenciando o hilo; B - vista lateral; C - vista dorsal

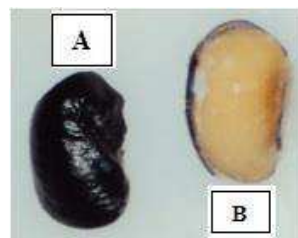


Figura 2 Vista lateral: A: tegumento e B: endosperma

A semente apresenta um embrião curto e cilíndrico e cotilédones plano-convexos carnosos (Figura 3). De acordo com a classificação de Brasil (2009a), o embrião do jaborandi é invaginado, ou seja, com nítida delimitação entre o eixo hipocótilo-radícula e os cotilédones.

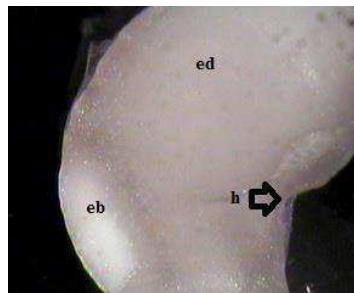


Figura 3 Vista interna da semente, com corte transversal: eb: embrião; ed: endosperma, h: hilo

Com o peso de mil sementes de jaborandi, verificou-se que a média foi de 39,5 g, inferindo-se, assim, que em 1 kg há, aproximadamente, 25.316 sementes dessa espécie. A média das repetições foi de 0,395, tendo um desvio padrão uniforme de 0,036, não ocorrendo grandes variações no peso das sementes. O intervalo dos pesos variou de 34,4 g a 47,1g, sendo que no menor infere-se que em 1 kg de sementes há, aproximadamente, 29.069 sementes, enquanto no maior há 21.231 sementes.

A germinação é do tipo hipógea, também encontrada em espécies da mesma família, como a *Citrus reticulata*, que mantém os cotilédones abaixo do solo (COELHO et al., 2001). Segundo Kramer e Kozlowski (1972), na germinação hipógea, os cotilédones se mantêm no interior do tegumento, sob a terra; a raiz primária penetra o solo para o fundo e o epicótilo cresce para fora do solo, emitindo as primeiras folhas fotossintéticas, fatores estes observados no processo germinativo do jaborandi.

A germinação é um processo que se inicia pela absorção de água (Figura 4), seguida pelo aumento da atividade metabólica da semente, promovendo o crescimento do embrião, culminando com a protrusão da raiz primária. Há consenso entre os fisiologistas e os tecnologistas de sementes em torno do fato de que o processo de germinação inicia-se com a embebição, porém, para os fisiologistas esse processo se encerra com a protrusão da raiz primária, enquanto para os tecnologistas ele inclui o desenvolvimento da estrutura embrionária e a formação de uma plântula com todas as suas partes constituintes (MARCOS FILHO, 2005).

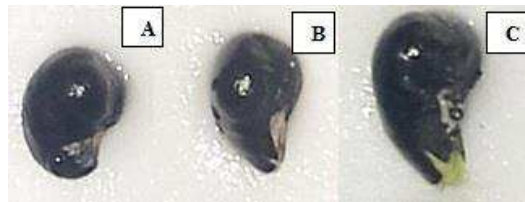


Figura 4 Sementes de jaborandi embebidas. A: Aumento do volume da semente; B: Início da ruptura do tegumento; C: Protrusão radicular

A germinação do lote de sementes ocorreu de maneira irregular, durante os 60 dias do teste, com o aparecimento de diferentes estádios de plântulas em um mesmo período. Observaram-se sete estádios na germinação do jaborandi, como apresentado na Figura 5 e descrito na Tabela 1. No primeiro estádio, por volta do quinto dia após a semeadura, ocorre a protrusão da radícula, que se apresenta cilíndrica e de coloração branca. O segundo estádio ocorre em torno do oitavo ou nono dia, com o desenvolvimento da radícula. O terceiro e o quarto estádios ocorrem, em média, pelo décimo quinto ao vigésimo dia, sendo que, no terceiro, ocorre o surgimento do epicótilo de coloração branca e, no quarto, seu desenvolvimento, mudando a coloração para verde, além da elevação e do desenvolvimento da raiz principal. No quinto estádio há o surgimento do primórdio foliar, em torno no vigésimo segundo ao vigésimo quinto dia, assim como o sexto estádio, com o desenvolvimento do primórdio foliar e das raízes secundárias. No sétimo estádio ocorre a formação da plântula (Figura 6) com eófilos opostos, a partir do vigésimo quinto até o trigésimo quinto dia (Tabela 3).

Tabela 3 Estádios de formação das plântulas de jaborandi. UFLA, Lavras, MG, 2014

Estádios	Dias	Características
1°	5°	Protrusão radicular
2°	8°- 9°	Desenvolvimento radicular
3°	15°- 20°	Surgimento do epicótilo
4°	15°- 20°	Desenvolvimento e elevação do epicótilo
5°	22° - 25°	Surgimento do primórdio foliar
6°	22° - 25°	Desenvolvimento do primórdio foliar e raízes secundárias
7°	A partir do 25°	Formação da plântula com eófilos



Figura 5 Sete estádios da germinação hipógea do jaborandi

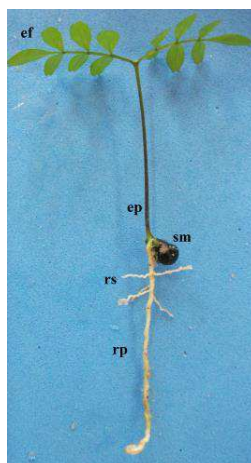


Figura 6 Plântula de jaborandi. Raiz primária (rp); raiz secundária (rs); semente – tegumento e cotilédones (sm); epicótilo (ep); eófilo (ef)



## 5 CONCLUSÃO

As sementes de jaborandi são indiferentes à luz, germinando melhor em temperatura constante de 25 °C ou 30 °C. As sementes maduras são reniformes, com dimensões variáveis, bitegmentadas e apresentam tegumento de coloração negra.

A semente apresenta o hilo em forma oval e de coloração marrom, endosperma amarelado e micrópila não visível.

O embrião é contínuo, apresenta eixo hipocótilo-radicular curto e cilíndrico e cotilédones plano-convexos carnosos.

A germinação é do tipo hipógea, sendo necessários em torno de cinco dias para a formação da plântula com eófilos, que ocorre de maneira irregular, com o aparecimento de diferentes estádios em um mesmo período.

## REFERÊNCIAS

- ABUD, H. F. et al. Morfologia de sementes e plântulas de cártamos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 259-265, abr./jun. 2010.
- ALMASSY JÚNIOR, A. A. et al. **Folhas de chá: plantas medicinais na terapêutica humana**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 233 p.
- ARAÚJO NETO, J. C. de; AGUIAR, I. B.; FERREIRA, V. M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 249-256, jun. 2003.
- ARAÚJO NETO, J. C. de et al. Temperaturas cardeais e efeito da luz na germinação de sementes de mutamba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 460-465, set./dez. 2002.
- BADKE, M. R. et al. Plantas medicinais: o saber sustentado na prática do cotidiano popular. **Escola Anna Nery Revista de Enfermagem**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 132-139, 2011.
- BATTILANI, J. L.; SANTIAGO, E. F.; SOUZA, A. L. T. de. Morfologia de frutos, sementes e desenvolvimento de plântulas e plantas jovens de *Maclura tinctoria* (L.) D. Don. ex Steud. (Moraceae). **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v. 20, n. 3, p. 581-589, 2006.
- BRANCALION, P. H. S. et al. Efeito da luz e de diferentes temperaturas na germinação de sementes de *Heliocarpus popayanensis* L. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 2, p. 225-232, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Glossário ilustrado de morfologia**. Brasília, 2009a. 406 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009b. 399 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Instrução Normativa nº 6**, de 23 de setembro de 2008. Trata das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. Brasília: IBAMA, 2008. 55 p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

COELHO, R. I. et al. Caracterização morfológica da planta, frutos, sementes e plântulas de tangerina (*Citrus reticulata* L.) de ocorrência natural no sul do Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 294-301, 2001.

CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1969. v. 4.

EIRA, M. T. S. et al. Conservação de sementes de jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 37-39, 1992.

FARIAS, M. R.; GIUFFRIDA, R. Antifúngicos. In: ANDRADE, S. F. (Ed.). **Manual de terapêutica veterinária**. 3. ed. São Paulo: Roca, 2008. p. 73-90.

FERREIRA, R. A.; CUNHA, M. C. L. Aspectos morfológicos de sementes, plântulas e desenvolvimento da muda de craibeira (*Tabebuia caraiba* (Mart.) Bur.) - Bignoniaceae e pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.) - Apocynaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 134-143, 2000.

GROPPO, M. et al. Phylogeny of Rutaceae based on two noncoding regions from cpDNA. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 95, n. 8, p. 985-1005, Aug. 2008.

GUERRA, M. E. de C.; MEDEIROS FILHO, S.; GALHÃO, M. I. Morfologia de sementes, de plântulas e da germinação de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae- Caesalpinioideae). **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 4, p. 322-328, 2006.

GUERREIRO, G. et al. Sesquiterpenos do caule de *Pilocarpus riedelianus* e atividades sobre microorganismos. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 6, p. 986-990, nov./dez. 2005.

HAMILTON, A. **Medicinal plants and conservation: issues and approaches**. London: International Plants Conservation Unit, 2003. 785 p.

KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745 p.

LAMEIRA, O. A. et al. **Plantas medicinais: do cultivo, manipulação e uso à recomendação popular**. Belém: EMBRAPA, 2008. 264 p.

LEAL FILHO, N.; BORGES, E. E. de L. e. Influência da temperatura e da luz na germinação de sementes de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 57-60, 1992.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 512 p.

LUCIO, E. M. R. de A.; SHARAPIN, N.; FRANÇA, H. S. Estudo de alcaloides de *Pilocarpus pennatifolius* Lemaire. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Maringá, v. 12, n. 1, p. 130-131, 2002. Suplemento.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

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

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 8-17, 2007.

MELO, M. de F. F.; VARELA, V. P. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, germinação e plântulas de duas espécies florestais da Amazônia: I., *Dinizia excelsa* Ducke (Angelim pedra): II., *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Cedrorana) - Leguminosae: Mimosoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 54-62, 2006.

MENESES, A. A. S. et al. **Efeito de substratos na germinação de sementes em genótipos de jaborandi (*Pilocarpus microphyllus*) Stapf ex. Holmes**. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/377830/1/Efeito.pdf>>. Acesso em: 5 jul. 2013.

MERCIER, H.; GUERREIRO-FILHO, O. Germinação de *Pleurostima fanniei* Menezes, *P. rogeri* (Hort, ex Moore & Ayres) Menezes e *Vellozia alata* L.B. Smith (Velloziaceae) sob diferentes condições de temperatura. **Hoehnea**, São Paulo, v. 16, p. 195-202, 1990.

MUNTOREANU, T. G. et al. **Comparative leaf anatomy and morphology of some neotropical Rutaceae: *Pilocarpus* Vahl and related general**. Disponível em: <<http://connection.ebscohost.com/c/articles/60801353/comparative-leaf-anatomy-stachys-lamiaceae-lamioidae-iran-discussion-subgeneric-classification>>. Acesso em: 5 jul. 2013.

OLIVEIRA, E. C. Morfologia de plântulas. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLA, M. B. (Ed.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 175-214.

RANDI, A. M.; FELIPPE, G. M. Efeito da temperatura, luz e reguladores de crescimento na germinação de *Stevia rebaudiana* Bert. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 33, p. 404-411, 1981.

RICHARDSON, M. D.; WARNOCK, D. W. Fungal infection. In: \_\_\_\_\_. **Diagnosis and management**. London: Blackwell, 1993. p. 17-43.

SANTOS, A. P.; MORENO, P. R. H. *Pilocarpus* spp.: a survey of its chemical constituents and biological activities. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 40, n. 2, abr./jun. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcf/v40n2/02.pdf>>. Acesso em: 7 ago. 2013.

SAWAYA, A. C. et al. HPLC-ESI-MS/MS of imidazole Alkaloids in *Pilocarpus microphyllus*. **Molecules**, Basel, v. 13, n. 7, p. 1518-1529, July 2008.

SILVA, L. L. da; PAOLI, A. A. S. Morfologia e anatomia da semente de *Esenbeckia grandiflora* MART. (Rutaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 1-6, 2006.

SKORUPA, L. A.; PIRANI, J. R. A new species of *Pilocarpus* (Rutaceae) from northern Brazil. **Brittonia**, Bronx, v. 56, n. 2, p. 147-150, Apr./June 2004.

SOUZA, A.; MOURÃO, K. S. M.; SOUZA, L. A. Morfologia e anatomia do fruto e da semente em desenvolvimento de *Pilocarpus pennatifolius* Lem. (Rutaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 745-754, out./dez. 2005.

VERAS, L. M. et al. Activity of Epiisopiloturine *Against Schistosoma mansoni*. **Current Medicinal Chemistry**, Wageningen, v. 19, n. 13, p. 2051-2058, 2012.

VIEIRA, D. C. M. **Ecofisiologia de *Clausena excavata* Burm. F. (Rutaceae), uma espécie exótica invasora.** 2009. 91 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

VIVINO, F. B. et al. Pilocarpine tablets for the treatment of dry mouth and dry eye symptoms in patients with Sjogren syndrome. **Archives of Internal Medicine**, Chicago, v. 159, n. 2, p. 174-181, 1999.