



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**CARLOS EDUARDO MORAES**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE**  
**MUDAS DE *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC.**

**JERÔNIMO MONTEIRO - ES**

**2014**

**CARLOS EDUARDO MORAES**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE  
MUDAS DE *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Recursos Florestais.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Lopes.

JERÔNIMO MONTEIRO - ES

2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

M827q Moraes, Carlos Eduardo, 1981-  
Qualidade fisiológica de sementes e crescimento inicial de mudas de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC. / Carlos Eduardo Moraes. – 2014.  
119 f. : il.

Orientador: José Carlos Lopes.  
Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Germinação. 2. Substratos. 3. Temperatura. 4. Espécies florestais. 5. Viveiro. 6. Sombreamento. I. Lopes, José Carlos. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 630

---

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE  
MUDAS DE *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC.**

**Carlos Eduardo Moraes**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Recursos Florestais.

Aprovada em 22 de julho de 2014.

---

Prof. Dr. José Carlos Lopes  
(Orientador)  
Universidade Federal do Espírito Santo

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elzimar de Oliveira Gonçalves  
(Examinadora interna)  
Universidade Federal do Espírito Santo

---

Prof. Dr. Rodrigo Sobreira Alexandre  
(Examinador externo)  
Universidade Federal do Espírito Santo

A Deus;

Aos meus pais Oswaldo (*in memoriam*) e Carmelita;

À minha irmã Fabiana;

Aos amigos, à Galera do Uno;

Aos colegas do LAS...

DEDICO.

"Eis que o semeador saiu a semear..."

Evangelho de Mateus (13:3)

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pelo dom da vida, pelas muitas bênçãos ao longo de toda minha jornada, e por mais uma vitória, de muitas que já me concedeu e que me concederá ainda.

Agradeço à minha família, em especial à minha mãe, Carmelita, por ter aceitado mudar de cidade, deixar tudo pra trás, permitindo-me embarcar nesta jornada chamada mestrado. À minha irmã, Fabiana, que com suas orações e seu cuidado, me deixaram mais forte para suportar todas as provações passadas nestes dois anos. Ao meu cunhado, Roberto, por ter adotado minha mãe em sua casa, o que permitiu a minha vinda para o Espírito Santo, menos preocupado por saber que ela estaria sendo bem tratada.

Ao professor Henrique Dias, hoje docente da UFES em Jerônimo Monteiro, mas que um dia lecionou para minha turma na graduação, e que foi o grande responsável por incutir na minha mente a ideia de tentar o processo seletivo para o mestrado, algo que eu considerava impossível para minhas condições. Aproveito para agradecer a todos os professores que sempre acreditaram no meu potencial, desde os períodos da alfabetização até aqueles que encontrei já na pós-graduação, especialmente à prof. Lausanne Soraya, que despertou em mim o interesse pelas sementes. Obrigado aos grandes mestres que contribuíram com meu aprendizado ao longo de toda a vida.

Agradeço ao professor José Carlos Lopes, por ter aceitado me orientar, compartilhar sua sabedoria e conhecimento. Por ter, pacientemente, transformado um técnico em pesquisador (fiz o melhor que eu pude, espero não tê-lo decepcionado...). Aproveitando, deixo meu sincero agradecimento à equipe do LAS, que foi parceira em todos os momentos, seja botando a mão na massa e ajudando na parte pesada dos experimentos, seja trocando ideias, informações e conhecimento. Agradeço especialmente à Liana Mengarda e ao Rafael Zanotti, por terem feito o papel de coorientadores honorários, sempre dispostos a ajudar, a contribuir. Sem a ajuda de vocês dois, este trabalho não teria sido possível. Agradeço aos amigos e colegas Allan, Alice, Camila, Carlos, Gabi, Ludymila, Márcia, Melissa, Natália, Paula, Pedro, Rômulo e Zé Maria, além de todos aqueles que passaram algum momento neste laboratório tão repleto de trabalho e de gente disposta a trabalhar.

Obrigado especial às minhas três "irmãs": Fabiana Baleeiro por todas as caronas, risadas altas e todo o cuidado que teve comigo logo na minha chegada, me ajudando na difícil fase de adaptação; Khétrin Maciel (e família), que me adotou no Natal, nos jogos da Copa, que foi parceira, muito mais do que colega de laboratório; e àquela pessoa que sem sombra de dúvidas foi a mais importante em toda essa jornada chamada mestrado: Carla Caroline, que está presente em cada linha dessa dissertação. Esse trabalho foi feito a quatro mãos, e as suas estão permeando cada resultado alcançado.

Não poderia deixar de agradecer também aos meus amigos mais próximos, aqueles que dividiram um ano de suas vidas ao meu lado, noite e dia, debaixo do mesmo teto: Kallil e Luana, o terrorista e a monkeyzinha.... Amo vocês! Obrigado pelos porres, pelas alegrias, pelo péssimo humor de ambos, pelos arrochas da Luana, pelo rock do Kallil (gosto musical bem melhor que o dela, por sinal...), pelas noites jogando vídeo game, pela amnésia em Viçosa... Não seria possível viver em Jerônimo Monteiro sem esses dois!

Claro que os amigos, que assumem o papel da família em um momento como o que vivemos aqui, são parte importante. E aqui tive os melhores! Obrigado à Keylla, amiga de longa data, desde os tempos da graduação; às gatinhas do MT: Rafaela, Ana e Sandy; ao casal especial Djeison e Thárcia, pelo estudo bíblico que tanto me ajudou. Obrigado a todos os que sempre atendiam ao chamado da Rafa, para nossas idas ao Nicola. E também à turma dos "excluídos", pelos churrascos animados e a boa companhia de sempre.

Obrigado aos amigos de Alegre, em especial à Raquel (primeira dama) pelas nossas idas à Vitória ver o Hobbit, as maratonas de O Senhor dos Anéis, e por ser essa criatura tão especial, à Juliana Nuubi, Bruna, Dida e à minha amada Vanêssa Bicalho, por ser a parceira perfeita para as melhores conversas, muitos risos e boa comida.

Não poderia também deixar de agradecer aos ótimos profissionais que fazem parte do quadro da UFES, em especial ao Carlos (mais uma vez) que além de um ótimo amigo e colega de laboratório é um grande profissional, e conseguiu em pouco tempo organizar nosso laboratório de forma muito competente. Agradeço também à Elisângela, pela paciência de sempre, ao Alessandro e ao Sílvio, pelas análises de solo e tecido vegetal, respectivamente. Agradeço aos professores do CCA, em especial Elizabeth Neire, Graziela Vidaurre, Juarez Benigno e Miele Tallon (*in memoriam*), por serem muito mais do que ótimos professores, mas

peessoas maravilhosas, com quem pude contar de formas diferentes nessa jornada. Também aos professores Rodrigo Sobreira e Elzimar de Oliveira, por terem aceitado o convite para participar da minha banca, dedicando um pouco de seu tempo para contribuir na melhoria deste trabalho.

Agradeço à Miliana e ao Sézio, meus antigos chefes na empresa Centro Norte Mudas e Sementes Ltda., pelo incentivo e amizade que foram os responsáveis por eu ter seguido com meus estudos, por terem me tirado do comodismo, e por me manterem na empresa por oito anos, que seriam mais se eu não tivesse optado por seguir um sonho.

À prof. Maria Andreia, por ter me dado a primeira oportunidade como professor, e me mostrado uma profissão tão linda, que fez de mim uma pessoa melhor. Lecionar foi o motivo maior que me conduziu ao mestrado, e essa vocação não seria despertada em mim sem a porta que me foi aberta no IFAtécnico.

Por fim, porém não menos importante, ao Sr. Adalberto, responsável pela impressão e encadernação dessa dissertação, além de muitas outras... pela competência, pelo ótimo atendimento, e especialmente, pelo melhor preço.

A todos citados aqui, e a todos aqueles que fizeram parte da minha história, meu muito obrigado.

## **BIOGRAFIA**

Carlos Eduardo Moraes, filho de Oswaldo do Nascimento Moraes e Carmelita Gonçalves Libarino, nascido em 02 de agosto de 1981, em São Paulo - SP.

Realizou o ensino fundamental na Escola Municipal Infante Dom Henrique, em São Paulo; concluindo o ensino médio no Colégio Estadual Inácio Tosta Filho, em Itamarajú - BA. Em 2005, ingressou no curso técnico em segurança do trabalho, no Instituto Francisco de Assis Técnico, em Teixeira de Freitas - BA. Em 2007, foi aprovado para o curso de Engenharia Florestal, na Faculdade Pitágoras (antiga FACTERF), em Teixeira de Freitas - BA.

Atuou profissionalmente na empresa Centro Norte Mudas e Sementes, entre agosto de 2004 e agosto de 2012. Lecionou no curso técnico em segurança do trabalho no Instituto Francisco de Assis Técnico, entre fevereiro de 2011 e julho de 2012.

Em agosto de 2012, ingressou no curso de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal do Espírito Santo, em Jerônimo Monteiro - ES, submetendo-se à defesa de dissertação em julho de 2014.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 OBJETIVO GERAL .....	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	18
2.1 A FAMÍLIA APOCYNACEAE .....	18
2.2 O GÊNERO <i>Tabernaemontana</i> .....	19
2.3 A ESPÉCIE <i>Tabernaemontana fuchsiaefolia</i> A. DC. ....	20
2.4 GERMINAÇÃO DE SEMENTES .....	21
2.4.1 Temperatura na germinação de sementes.....	22
2.4.2 Substratos na germinação de sementes .....	23
2.5 QUALIDADE FISIOLÓGICA E VIGOR DE SEMENTES.....	24
2.6 PRODUÇÃO DE MUDAS.....	25
2.6.1 Substratos para a produção de mudas .....	25
2.6.2 Sombreamento para produção de mudas.....	26
3 REFERÊNCIAS .....	28
CAPÍTULO I.....	35
BIOMETRIA, EMBEBIÇÃO E TESTE DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Tabernaemontana fuchsiaefolia</i> A. DC. EM DIFERENTES SUBSTRATOS E TEMPERATURAS .....	35
1 INTRODUÇÃO.....	38
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	40
2.1 CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS DA COLETA E DA ANÁLISE DAS SEMENTES.....	40
2.2 BIOMETRIA E CARACTERIZAÇÃO DO LOTE DE SEMENTES .....	40
2.3 PADRÃO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA (CURVA DE EMBEBIÇÃO) .....	41
2.4 TESTE DE GERMINAÇÃO .....	42
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	45
3.1 BIOMETRIA E CARACTERIZAÇÃO DO LOTE DE SEMENTES .....	45
3.2 PADRÃO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA (CURVA DE EMBEBIÇÃO) .....	48
3.3 TESTE DE GERMINAÇÃO .....	51
4 CONCLUSÕES.....	60
5 REFERÊNCIAS .....	61

CAPÍTULO II.....	66
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE <i>Tabernaemontana fuchsiaefolia</i> A. DC. EM FUNÇÃO DO TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO.....	66
1 INTRODUÇÃO.....	69
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	71
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	74
4 CONCLUSÕES .....	83
5 REFERÊNCIAS .....	84
CAPÍTULO III .....	87
NÍVEIS DE SOMBREAMENTO E DIFERENTES SUBSTRATOS NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS E CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE <i>Tabernaemontana</i> <i>fuchsiaefolia</i> A. DC.....	87
1 INTRODUÇÃO.....	90
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	92
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	97
4 CONCLUSÕES .....	110
5 REFERÊNCIAS .....	111
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	116
APÊNDICES .....	117
APÊNDICE A - TABELAS DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA (ANOVA) .....	117

## RESUMO

MORAES, Carlos Eduardo. **Qualidade fisiológica de sementes e crescimento inicial de mudas de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC.** 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Orientador: Prof. D.Sc. José Carlos Lopes.

*Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC. (Apocynaceae), popularmente conhecida como leiteiro, é uma espécie nativa do Brasil, com potencial uso em restauração de áreas degradadas, devido à sua elevada regeneração espontânea. Objetivou-se com este trabalho estudar a qualidade fisiológica de sementes de leiteiro em função de temperaturas, substratos e envelhecimento acelerado, e avaliar a emergência e crescimento de mudas de leiteiro em diferentes substratos e níveis de sombreamento. Para a germinação, a semeadura foi feita nos substratos: rolo de papel, sobre papel, sobre areia, sobre fibra de coco, sobre HS-Florestal® e sobre vermiculita e nas temperaturas: 20, 25, 30, 35, 20-30 e 20-35 °C, em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes. As sementes foram mantidas em câmaras de germinação tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), por 35 dias. Foram avaliados: índice de velocidade, tempo médio e porcentagem de germinação; porcentagem de plântulas normais; comprimento de raiz e parte aérea, e massa seca de plântulas. O envelhecimento acelerado foi realizado em método tradicional e em solução de NaCl, em três temperaturas: 41, 43 e 45 °C, e cinco períodos de exposição: 0, 24, 48, 72 e 96 horas. Após o envelhecimento, a germinação foi conduzida em rolos de papel germitest, em quatro repetições de 25 sementes, em câmaras BOD a temperatura de 30 °C. Após 35 dias, foram avaliados: porcentagem, índice de velocidade, tempo médio e frequência de germinação, porcentagem de plântulas normais, comprimento de raiz e parte aérea, e massa seca de plântulas. Para o teste de emergência, a semeadura foi feita com uma semente por tubete de 53 cm<sup>3</sup>, contendo os substratos: areia, terra de subsolo enriquecida com lodo de esgoto, fibra de coco, vermiculita, HS-Florestal® e mistura de HS-Florestal® + vermiculita + fibra de coco. Posteriormente, os tubetes foram mantidos em quatro níveis de sombreamento: sol pleno, uma, duas e três telas de poliolefina preta. Após 120 dias foram avaliados: porcentagem e índice de velocidade de emergência, altura de planta, comprimento de raiz, diâmetro de coleto, massa seca da parte aérea e da raiz, área foliar, número de folhas e teores de clorofila e carotenoides. Recomenda-se para o teste de germinação de sementes de leiteiro os substratos sobre areia, sobre fibra de coco, sobre HS-Florestal® e sobre vermiculita, e as temperaturas

fixas de 25 e 30 °C. Os substratos rolo de papel e sobre papel e a temperatura de 35 °C não são indicados para a condução do teste de germinação. O método de envelhecimento com solução de NaCl não é indicado para testes de vigor para a espécie, já o método tradicional, na temperatura de 45 °C em período de envelhecimento de 96 horas, pode ser utilizado para testar o vigor de sementes de leiteiro. As mudas mantidas sob maior sombreamento apresentaram maior altura e área foliar, além de maiores teores de clorofila. A produção de mudas de leiteiro pode ser realizada em substrato areia, HS-Florestal<sup>®</sup> e mistura de HS-Florestal<sup>®</sup>, vermiculita e fibra de coco, em sombreamento intermediário, utilizando-se uma ou duas telas de sombrite preta.

**Palavras-chave:** Germinação, espécie florestal, substratos, temperaturas, sombreamento, viveiro.

## ABSTRACT

MORAES, Carlos Eduardo. **Physiological seed quality and initial growth of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC. seedlings.** 2014. Dissertation (Masters degree in Forest Sciences) - Federal University of Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Adviser: D.Sc. José Carlos Lopes.

*Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC. (Apocynaceae), native from Brazil, with use in restoration of degraded areas due to high spontaneous regeneration. The objective of this work was to study the physiological quality of *T. fuchsiaefolia* seeds, in function of temperature, substrate and accelerated aging, evaluate the emergence and growth of seedlings in different substrates and shading levels. For germination, seed were sowing on substrates: paper roll, with seed upon paper, upon sand, upon coconut fiber, upon HS-Florestal<sup>®</sup> and upon vermiculite, and six temperatures, 20, 25, 30, 35, 20-30 e 20-35 °C in a experimental design completely randomized, with four replicates of 25 seeds. The seeds were kept in a germination chamber BOD (Biochemical Oxygen Demand) for 35 days. Were analyzed: germination speed index, percentage of germination, mean germination time, percentage of normal seedlings, length of aerial parts and roots, and dry mass of seedlings. The accelerated aging was conducted in a traditional method, and in NaCl solution, in three temperatures: 41, 43 and 45 °C, and five periods of exposure: 0, 24, 48, 78 and 96 hours. The seeds, after aging, were germinated in rolls of germitest paper, in four replicates of 25 seeds, in BOD chambers at 30 °C. After 35 days, we assessed the percentage, germination speed index, mean time and frequency of germination; root length and aerial part length, dry matter of seedlings and percentage of normal seedlings. For the emergency test, seeds were sowing in tubes of 53 cm<sup>3</sup>, six substrates were used: sand, subsoil enriched with sewage sludge, coconut fiber, vermiculite, commercial substrate HS-Florestal<sup>®</sup> and mixture of HS-Florestal<sup>®</sup>, vermiculite and coconut fiber; and four levels of shading: full sun, one, two or three screens. After 120 days, were evaluated: emergency, emergency speed index, height of seedling, root length, root collar diameter, dry mass of aerial part and root, leaf area, leaf number and contents of chlorophyll and carotenoids. It is recommended to test the germination of *T. fuchsiaefolia* seeds the substrates upon sand, upon coconut fiber, upon HS-Florestal<sup>®</sup> and upon vermiculite; and fixed temperatures of 25 and 30 °C. The substrates paper roll and upon paper, and temperature of 35 °C are not suitable for the germination test. The aging method with NaCl is not suitable for testing vigor for the species, since the traditional method, at the temperature of

45 °C and aging period of 96 hours can be used to test the vigor of *T. fuchsiaefolia* seeds. The seedlings kept under greater shading showed greater height and leaf area, as well higher levels of chlorophyll. The production of *T. fuchsiaefolia* seedlings can be performed in sand, HS-Florestal<sup>®</sup> and mixture of HS-Florestal<sup>®</sup>, vermiculite and coconut fiber in the intermediate shading, using one of two black screens.

**Keywords:** Germination, forest species, substrates, temperatures, shading, nursery.

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, a necessidade de revegetar e restaurar áreas degradadas vêm ganhando destaque, especialmente após a criação e implementação das políticas ambientais. Com isso, a produção de mudas de espécies de interesse para restauração florestal ganha cada vez mais importância, pois a regeneração natural dessas áreas muitas vezes é lenta e ineficiente, necessitando de intervenção humana para acelerar o processo. Para a produção de mudas com maior qualidade e em grande escala, é importante atentar para a obtenção, beneficiamento e condições de armazenamento das sementes; já que o planejamento e a adequada condução da colheita exercem grande influência na qualidade e quantidade de sementes produzidas (VILLELA; PERES, 2004).

Por permitir a obtenção de informações úteis para a reprodução de espécies, difíceis de propagar ou com alto grau de interesse e pouca disponibilidade natural, dentre outros fatores, a pesquisa dos métodos empregados para análise de sementes é extremamente importante. No âmbito das espécies florestais, esses estudos mostram-se ainda mais necessários, devido a uma grande gama de espécies de interesse que ainda não tiveram análises padronizadas ou informações úteis para a obtenção, armazenamento e uso de suas sementes.

Para determinar as metodologias para avaliação da qualidade das sementes, existe o Manual de Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), que é uma publicação oficial do Ministério da Agricultura, que padroniza os métodos de análise de sementes no Brasil, com recomendações especialmente direcionadas às espécies de interesse agrícola. Para suprir essa lacuna, foi publicado um novo manual, intitulado Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais (BRASIL, 2013), complementando as RAS com as particularidades das espécies florestais.

Devido à grande diversidade de espécies, muitas informações ainda não foram disponibilizadas ou não estão padronizadas, com notável falta de parâmetros para a avaliação da qualidade física e fisiológica das sementes de cada espécie e os fatores envolvidos em sua propagação (LIMA-JUNIOR, 2010). Por essa razão, são de grande importância os estudos da germinação, qualidade fisiológica, vigor e outros fatores envolvendo essas espécies, com a finalidade de difundir mecanismos e condições adequadas para a propagação desses indivíduos. O estudo de características morfológicas, bem como de parâmetros de qualidade

de sementes florestais também possui importância, para direcionar futuros estudos, e padronizar testes de análise de sementes para essas espécies, ainda escassos, além de auxiliar na identificação das espécies em bancos de sementes ou plântulas em formações florestais em regeneração (MELO et al., 2004).

Muitas espécies florestais nativas do Brasil, com potencial para utilização em restauração, foram alvo de poucos estudos, especialmente quanto à sua propagação. Dentre essas, pode-se citar a espécie *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC, da família Apocynaceae; popularmente conhecida como leiteiro ou leiteira, que apresenta propriedades medicinais, antimicrobianas e bactericidas (GONÇALVES et al., 2011; SUFFREDINI et al., 2002), e é potencialmente indicada para recuperação de áreas degradadas, entretanto, resguardando-se os cuidados pertinentes para uma espécie com grande capacidade invasora (LORENZI, 2014).

Assim como ocorre com grande número de espécies arbóreas nativas do Brasil, há uma grande escassez de pesquisas sobre a propagação de espécies do gênero *Tabernaemontana*, o que torna esses estudos ainda mais importantes, por apresentarem resultados que auxiliam no conhecimento sobre a ecologia, métodos de análise em laboratório e condições ótimas para a germinação das sementes e produção de mudas.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as características físicas e fisiológicas de sementes e plântulas, o envelhecimento acelerado das sementes e a produção de mudas de leiteira (*Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC.) sob diferentes condições.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Analisar os aspectos biométricos de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC.;
- b) Caracterizar a curva de embebição das sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC.;
- c) Estudar as respostas da semente em relação às temperaturas constantes e alternadas;

- d) Identificar os melhores substratos para trabalhos com germinação das sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC.;
- e) Identificar a temperatura e umidade relativa ideais para proceder ao envelhecimento das sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC.;
- f) Estudar a influência do substrato na emergência de plântulas de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC.;
- g) Analisar o comportamento das plântulas sob condições de diferentes níveis de sombreamento;
- h) Determinar o substrato e nível de sombreamento mais indicado para a produção de mudas da espécie.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A FAMÍLIA APOCYNACEAE

Segundo Mabberley (1997), a família Apocynaceae destaca-se entre as que apresentam o maior número de espécies do reino vegetal, com grande diversificação de plantas. Pertence à ordem Gentianales, classe Magnoliopsida, subclasse Asteridae e divisão Angiospermae. Suas espécies são caracterizadas pela presença de látex, folhas geralmente opostas e inteiras, flores pentâmeras (à exceção do gineceu), estiletes unidos no ápice e frutos usualmente bifoliculares, com sementes geralmente comosas (RAPINI, 2000).

É uma família com grande ocupação territorial, abrangendo quase todos os continentes, à exceção da Antártida, especialmente em regiões tropicais e temperadas, com mais de 300 gêneros e cerca de 2000 espécies. No Brasil, são encontradas aproximadamente 380 espécies dentro de 41 gêneros (GONÇALVES, 2011). Esta família é uma das dez maiores famílias das angiospermas, englobando as perobas ou cipós e as ervas-de-leite (RAPINI, 2000).

A taxonomia da família Apocynaceae é bastante complexa, havendo dificuldades quanto à sua classificação e nomenclatura, pois existe um grande número de espécies sinônimas (FUMAGALI et al., 2008; ZOCOLER et al., 2005). Um exemplo dessa complexidade ocorre com a classificação da família Asclepiadaceae, desmembrada da Apocynaceae (FARINACCIO, 2000).

Segundo Rapini (2000), os principais usos econômicos das espécies da família são: fornecimento de fibras para cordas e fios utilizados em artesanatos, madeira para construção civil e produção de móveis (principalmente as perobas), fabricação de borracha e goma de mascar a partir do látex, além do cultivo como plantas ornamentais, naturalizadas em muitas regiões. Além desses usos, a família pode ser considerada uma das mais importantes fontes vegetais de constituintes químicos com utilidade terapêutica na medicina moderna (SEIDL, 2010).

As espécies desta família ainda são reconhecidas como produtoras de substâncias bioativas como iridoides, glicosídeos cardioativos e alcaloides, especialmente os alcaloides indólicos,

sendo isoladas diversas substâncias dessas espécies, representando protótipos de classes farmacológicas distintas, inclusive com um grande número de espécies tóxicas, tanto para animais quanto para os seres humanos (DI STASI; HIRUMA-LIMA, 2002; SCHRIPEMA et al., 2010).

## 2.2 O GÊNERO *Tabernaemontana*

De acordo com Lim (2009), o gênero *Tabernaemontana* possui em torno de 110 espécies conhecidas, com 44 reconhecidamente ocorrendo na América, sendo 27 nativas do Brasil, onde as nomenclaturas *Tabernaemontana* e *Peschiera* têm sido utilizadas para o mesmo gênero (FUMAGALI et al., 2008).

Os principais componentes químicos encontrados nos metabólitos secundários das espécies do gênero são os alcaloides indólicos, substâncias com amplo espectro de atividades farmacológicas como: analgésica, antiinflamatória, bactericida, estrogênica e estimulante (FEDERICI et al., 2000; FUMAGALI et al., 2008). Segundo Seidl (2010), o gênero apresenta o maior número de estudos realizados com relação ao seu potencial anticolinesterásico.

Várias espécies do gênero são empregadas na medicina popular contra diversos tipos de enfermidades, como diarreia, feridas, doenças de pele, verrugas, sífilis, hanseníase, herpes, gonorreia, infecções de garganta, picadas de inseto e até para o tratamento de câncer (AGRA et al., 2008; BONI et al., 2011; FUMAGALI et al., 2008).

Além da medicina popular, durante séculos, substâncias extraídas de espécies do gênero foram empregadas para múltiplos usos, como, por exemplo, extratos da espécie *T. crassa*, utilizados como veneno para flechas e anestésico local (NEUWINGER, 1998). Extratos de *T. catharinensis* apresentaram atividade *in vitro* contra o *Plasmodium falciparum*, agente etiológico da malária (FEDERICI et al., 2000), propriedades antiofídicas (ALMEIDA et al., 2004a; BONI et al., 2011; VERONESE et al., 2005), alelopáticas (ALVES et al., 2011), antifúngicas (PEREIRA et al., 2007), antimicrobianas (GONÇALVES et al., 2011) e antileishmania (DELORENZI et al., 2001).

Outras espécies do gênero também são estudadas, especialmente por seu potencial uso medicinal, como: *T. salzmanni*, devido à atividade antileucêmica (FIGUEIREDO et al., 2010); *T. solanifolia*, por sua atividade antioxidante e antimicrobiana (MELO, 2012); *T. markgrafiana* e *T. sananho*, por seu potencial anti-inflamatório (DE LAS HERAS et al., 1998); e *T. cymosa*, cujo extrato etanólico apresentou ação larvicida contra *Aedes aegypti* (MORELOS et al., 2012).

### 2.3 A ESPÉCIE *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC.

Espécie de porte entre 4 e 6 metros, com madeira leve e de baixa resistência, pioneira, que apresenta grande distribuição no território nacional, abrangendo toda a região Sudeste, além da Bahia, Mato Grosso do Sul e Norte do Paraná (LORENZI, 2014; OLIVEIRA-FILHO, 2008). É popularmente conhecida como leiteiro, leiteira ou leiteiro de vaca, por produzir látex nas folhas, caules e frutos, com muita abundância. É conhecidamente uma espécie invasora de pastagens, devido à grande capacidade de regeneração espontânea e brotação a partir das raízes, com importância crescente nas regiões Sudeste e Sudoeste do Brasil (LORENZI, 2014; MARTINS et al., 2000).

A dispersão da espécie ocorre principalmente por meio de sementes, contidas em frutos carnosos que se rompem quando maduros, expondo sua polpa avermelhada (KISSMANN, 1997). Esses frutos são bastante atrativos para a avifauna, devido ao arilo avermelhado que recobre as sementes, motivo pelo qual a espécie é bastante indicada na composição de reflorestamentos heterogêneos planejados para recuperação de áreas degradadas (FREIRE et al., 2011; LORENZI, 2014)

Muitos alcaloides já foram isolados de extratos de partes da planta, como cascas do caule ou das raízes, incluindo um alcaloide indólico monoterpênico inédito, batizado de histrixnina, devido à sinonímia da espécie, também chamada de *Tabernaemontana hystrix*, que estão sendo estudados com relação aos seus efeitos químicos (MONNERAT, 2005; SOUZA, 2006). Dentre os usos medicinais que envolvem as espécies do gênero, a *T. fuchsiaefolia* é conhecidamente empregada no tratamento da malária (ZOCOLER et al., 2005). Estudos avaliando o potencial anticolinesterásico também já foram realizados, visando o tratamento de

doenças neurodegenerativas, como a doença de Alzheimer (GONÇALVES, 2011; VIEIRA et al., 2008).

## 2.4 GERMINAÇÃO DE SEMENTES

A semente é um óvulo que, após ser fecundado e desenvolvido, constitui a unidade de dispersão dos dois grandes grupos dos vegetais, as angiospermas e as gimnospermas (SCREMIM-DIAS et al., 2006). O desenvolvimento da semente dá-se por meio de uma série de eventos, após a fertilização do óvulo, compreendendo divisões celulares, diferenciação de tecidos, acúmulo de reservas e perda considerável de água, até atingir o ponto de maturação fisiológica, com redução do metabolismo e paralisação do crescimento, que é retomado com a embebição, absorção de água pela semente, que inicia o processo germinativo (MARCOS-FILHO, 2005).

Algumas definições importantes de germinação:

- em testes de laboratório é a emergência e o desenvolvimento de estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis (BRASIL, 2013);
- completa quando uma parte do embrião, em geral a radícula, penetra e trespassa os tecidos que o envolvem (KERBAUY, 2012).
- sequência de eventos fisiológicos que ocorrem antes da protrusão da raiz primária em sementes embebidas não dormentes (MONOGAKI, 2006);
- reativação do crescimento do embrião, resultando na ruptura da cobertura da semente e na emergência da plântula (COPELAND; MCDONALD, 1995);
- uma sucessão de etapas que determinam, em uma semente quiescente e com baixo teor de água, a retomada de atividades metabólicas e o início da formação de uma plântula, a partir do embrião (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1975).

Bewley e Black (1994) sugeriram a divisão das fases da germinação em três etapas principais, englobando aspectos fisiológicos, bioquímicos e metabólicos, que são: embebição, processo bioquímico preparatório e crescimento, conforme segue:

- I) reativação: embebição, ativação da respiração e das demais etapas do metabolismo;
- II) indução do crescimento: fase de repouso, como preparo para o crescimento;
- III) crescimento: protrusão da raiz primária.

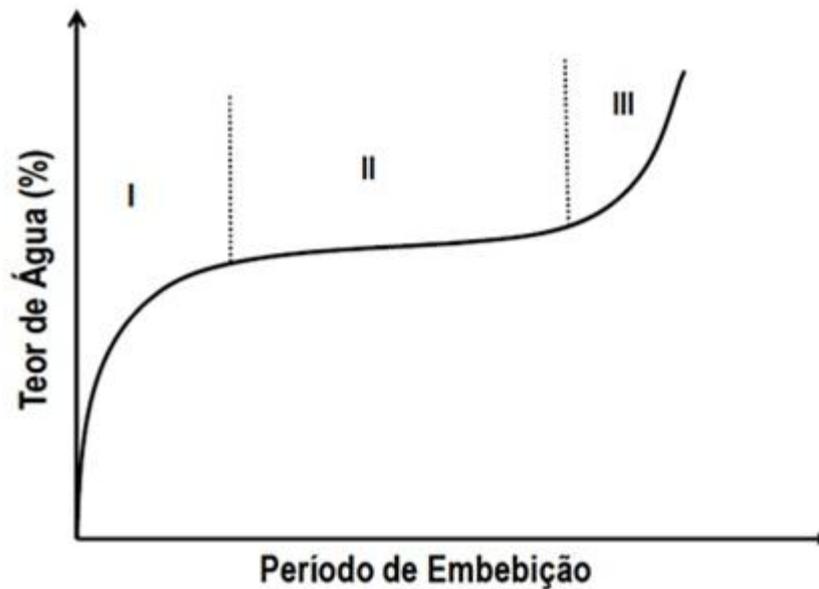


Figura 1. Padrão trifásico de absorção de água pelas sementes durante a germinação (BEWLEY; BLACK, 1994).

Os testes de germinação em laboratórios de análise de sementes têm como objetivo determinar, em condições controladas, o potencial máximo de germinação de um lote. Para isso as condições devem ser padronizadas, como substrato, temperatura e luminosidade, afim de que esses resultados possam ser comparados e reproduzidos (BRASIL, 2013).

#### 2.4.1 Temperatura na germinação de sementes

Na semente, a temperatura atua tanto na indução/quebra de dormência quanto no crescimento embrionário, influenciando diretamente na absorção de água e na velocidade das reações bioquímicas ao longo da germinação, afetando o total de sementes germinadas e a uniformidade do processo germinativo (KERBAUY, 2012; POPINIGIS, 1985).

A temperatura pode afetar as reações bioquímicas que determinam todo o processo germinativo, que ocorre dentro de limites definidos (mínimo, ótimo e máximo), tornando-se um fator crítico na germinação de sementes em laboratório. As temperaturas mais recomendadas para os testes de germinação de espécies florestais estão entre 20 e 30 °C, podendo ser usadas de forma alternada, correspondendo à uma adaptação às flutuações naturais do ambiente, com a temperatura mais alta por oito horas e a mais baixa por 16 (FLORIANO, 2004; FOWLER; MARTINS, 2001). Isso corrobora com estudos de diversos autores, sobre temperaturas indicadas para a germinação de sementes de espécies nativas, como: 25 e 20-30 °C para *Chorisia glaziovii* (GUEDES; ALVES, 2011) e *Dalbergia nigra* (GUEDES et al., 2011b), 25 °C para *Jacaranda mimosifolia* (MACIEL et al., 2013) e *Sebastiania membranifolia* (SILVEIRA et al., 2013), 20 e 25 °C para *Gallesia integrifolia* (SOUZA, 2013) e 35 °C para *Inga ingoides* (NASCIMENTO et al., 2011).

A temperatura ideal para a realização de testes de germinação é alvo de estudos, para a padronização dessas informações, já que as sementes de espécies florestais apresentam comportamento muito variável em relação à temperatura (BRANCALION et al., 2010).

#### **2.4.2 Substratos na germinação de sementes**

O tipo de substrato pode influenciar na germinação das sementes e desenvolvimento das plântulas, devendo-se levar em conta o tamanho da semente, exigência em relação à umidade, luminosidade e a facilidade que o substrato oferece para a avaliação das plântulas (BRASIL, 2009; FIGLIOLA et al., 1993).

Os substratos devem estar livres de sementes, fungos, bactérias ou substâncias tóxicas, que possam interferir na germinação das sementes. Aqueles mais empregados em testes de germinação são: papel, areia e vermiculita; com a semente colocada sobre ou entre o substrato (BRASIL, 2013). O solo raramente é usado como substrato em laboratório, por possuir propriedades físicas, químicas e biológicas variáveis (FOWLER; MARTINS, 2001).

O efeito dos diferentes tipos de substratos sobre a germinação de sementes são constantemente avaliados, visando a indicação de um substrato ideal para a realização de testes de germinação padronizados para determinadas espécies. Com base em muitas dessas

avaliações, o substrato papel é indicado para germinação de sementes de *Mabea fistulifera* (GOMES-JUNIOR, 2011) e *Sebastiania membranifolia* (SILVEIRA et al., 2013); a areia é indicada para *Tabernaemontana laeta* (FREIRE et al., 2011) e *Myracrodruon urundeuva* (GUEDES et al., 2011a); enquanto a vermiculita é indicada para *Euterpe oleracea* (GAMA et al., 2010).

## 2.5 QUALIDADE FISIOLÓGICA E VIGOR DE SEMENTES

A qualidade fisiológica da semente reflete sua capacidade para desenvolver funções vitais, podendo ser compreendido como o resultado de um conjunto de características que determinam seu valor para a sementeira (MARCOS-FILHO, 2005; POPINIGIS, 1985), sendo o teste de germinação padrão o principal parâmetro para avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes, permitindo conhecer o potencial de germinação de um lote de sementes em condições favoráveis.

O sucesso no viveiro e posteriormente nos plantios florestais depende de uma série de fatores tecnológicos e culturais, dentre os quais pode-se citar a qualidade das sementes, já que o percentual de germinação determinará o total de mudas a ser produzidas com um quilo de sementes do lote analisado (FOWLER; MARTINS, 2001).

O vigor representa a soma de todas as propriedades das sementes que determinam o seu desempenho ao longo do processo germinativo e emergência de plântulas, podendo ser entendido como o nível de energia que a semente dispõe para realizar todas as etapas da germinação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Segundo Marcos-Filho (1999), os testes de vigor têm se tornado cada vez mais comuns para a determinação da qualidade fisiológica de sementes, complementando as informações fornecidas pelo teste padrão de germinação, já que a queda de vigor precede à da germinação. Estes testes podem ser físicos, avaliando aspectos morfológicos das sementes; fisiológicos, como velocidade de germinação; bioquímicos, como teste de respiração e tetrazólio; e testes de resistência, dentre os quais se destaca o envelhecimento acelerado.

Dessa forma, pode-se definir o vigor como um conjunto de características que determinam o potencial fisiológico das sementes, influenciado pelas condições de manejo e ambiente, enquanto o teste de germinação procura avaliar a máxima germinação da semente, em condições ótimas, testando a viabilidade do lote (VIEIRA; CARVALHO, 1994).

## 2.6 PRODUÇÃO DE MUDAS

A produção de mudas é uma das mais importantes etapas da silvicultura, pois representa o início do estabelecimento de povoamentos florestais, cuja qualidade está diretamente ligada à qualidade das mudas (SCHORN; FORMENTO, 2003). Para contribuir com essa qualidade, o sistema de produção de mudas de espécies florestais em recipientes é o mais utilizado, por proteger as raízes contra danos mecânicos e desidratação, sendo o uso de tubetes e sacos plásticos os mais recomendados (GOMES; PAIVA, 2013).

Na atividade de produção de mudas, a estrutura e organização dos viveiros são extremamente importantes para obtenção de mudas de qualidade, visando o sucesso na implementação de povoamentos florestais para a recuperação de áreas degradadas ou arborização urbana (SCREMIM-DIAS et al., 2006). A produção de mudas em ambientes protegidos resulta em melhor produtividade em campo, devido a um melhor desenvolvimento e crescimento da planta (COSTA et al., 2011). Dentro desse ambiente, a disponibilidade de luz e o substrato empregado são dois dos principais fatores que influenciam o desenvolvimento das mudas em fase de viveiro (DUTRA et al., 2012).

### 2.6.1 Substratos para a produção de mudas

A principal função do substrato é sustentar e fornecer nutriente às mudas, além de proporcionar aeração adequada para o desenvolvimento das raízes, promovendo condições de umidade que permitam o desenvolvimento inicial da planta (WENDLING et al., 2002; XAVIER et al., 2009). O substrato pode ser de qualquer material, ou mistura de materiais, que reúnam várias características desejáveis e necessárias ao desenvolvimento eficiente das mudas, como retenção equilibrada de água, boa drenagem e aeração, leveza, fertilidade, facilidade de manuseio e ser de fácil aquisição (SCREMIM-DIAS et al., 2006).

A seleção do substrato é extremamente importante para o manejo do viveiro de produção de mudas arbóreas, em geral devido às propriedades físicas de sua formulação, sendo que o substrato ideal vai depender das características e necessidades de cada espécie (DUARTE; NUNES, 2012; DUTRA et al., 2012; KRATZ et al., 2013). Principalmente, porque os substratos podem exercer grande influência na germinação e no vigor das sementes em função de sua estrutura, aeração, capacidade de retenção de água, como fatores físicos, além de fatores biológicos e compostos químicos que os compõem (LOPES; ALEXANDRE, 2010). Diversos materiais orgânicos e inorgânicos têm sido utilizados com essa finalidade, mostrando-se necessária a determinação daqueles mais apropriados para cada espécie, dentre os quais estão: vermiculita, compostos orgânicos, esterco bovino, terra de subsolo, húmus de minhoca, composto de resíduos sólidos urbanos, serragem, entre outros (GOMES; PAIVA, 2013, OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2011).

As propriedades dos substratos são variáveis em função de sua origem, método de produção ou obtenção e proporção de seus componentes, devendo-se avaliar a formulação nas condições de cada local e ajustando-se à cultura que será propagada (KRATZ et al., 2013). Dessa forma, exemplos de estudos, buscando determinar os melhores substratos para a produção de mudas de espécies florestais, apontam o uso de substrato comercial Plantmax<sup>®</sup> para *Himeneaea stigonocarpa* (COSTA et al., 2011), mistura de composto orgânico com terra de subsolo para *Bauhinia forficata* (DUARTE; NUNES, 2012), substratos compostos por areia para *Tabebuia caraiba* (GARCIA et al., 2012) e mistura de casca de amendoim, casca de castanha e terra para espécies amazônicas como *Aspidosperma parvifolium* (Apocynaceae), *Calycophyllum spruceanum* e *Cordia alliodora* (MARANHO et al., 2013).

### **2.6.2 Sombreamento para produção de mudas**

O manejo da luminosidade é de grande importância para o desenvolvimento e crescimento de culturas vegetais, considerando-se que o fornecimento de água e nutrientes é um fator com maior facilidade de controle dentro dos processos agrônômicos (SCHOCK et al., 2014). O uso de sombreamento é um dos fatores mais importantes para a produção de mudas, atuando nas condições ambientais e balanço energético, sendo recomendado por vários autores um sombreamento em torno de 50%, por influenciar significativamente a temperatura e promover

maior crescimento em altura, podendo alterar a superfície foliar e o diâmetro de colo (HERNANDES et al., 2004; ALMEIDA et al., 2004b; LANG; BOTREL, 2008; PACHECO et al., 2013).

A prática de cobrir as mudas, promovendo o seu sombreamento, foi amplamente utilizada visando controlar a temperatura, a umidade e luminosidade, porém cuidados devem ser tomados, para evitar o estiolamento das mudas, que crescem de forma inadequada em busca de luz, quando em condições de sombra (GOMES; PAIVA, 2013). Por esse motivo, muitos estudos têm sido realizados, avaliando o crescimento inicial em relação a diferentes níveis de sombreamento, evidenciando uma plasticidade fisiológica das mudas à radiação fotossinteticamente ativa disponível (SANTOS et al., 2010), como em mudas de *Mabea fistulifera* (GOMES-JUNIOR, 2011), *Copaifera langsdorffii* (DUTRA et al., 2012), *Caesalpinia ferrea* (LENHARD, 2013) *Joannesia princeps* (BELTRAME, 2013) e *Stryphnodendron polyphyllum* (SCALON et al., 2014).

As alterações luminosas proporcionam ajustes do aparelho fotossintético dos vegetais, resultando em maior eficiência na absorção e transferência da energia ao longo da fotossíntese, indicando que os pigmentos fotossintetizantes podem ser utilizados como indicadores da ambientação da planta (MARTINS et al., 2010). Além dos pigmentos, outras alterações podem ser avaliadas em plantas submetidas ao sombreamento. As plantas de sol, dentre as quais estão englobadas as pioneiras e as secundárias iniciais, quando submetidas a condições de sombreamento, alocam grande parte dos fotoassimilados para o crescimento em altura, buscando a fonte de luz (TAIZ; ZEIGER, 2013).

### 3 REFERÊNCIAS

- AGRA, M. F.; SILVA, K. N.; BASÍLIO, I. J. L. D.; FRANÇA, P. F.; BARBOSA-FILHO, J. M. Survey of medicinal plants used in the region Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 3, p. 472-508, 2008.
- ALMEIDA, L., CINTRA A. C. O.; VERONESE, E. L. G.; NOMIZO, A.; FRANCO, J. J.; ARANTES, E. C.; GIGLIO, J. R.; SAMPAIO, S. V. Anticrotalic and antitumoral activities of gel filtration fractions of aqueous extract from *Tabernaemontana catharinensis* (Apocynaceae). **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, v. 137, n. 1, p. 19-27, 2004a.
- ALMEIDA, L. P. de; ALVARENGA, A. A. de; CASTRO, E. M. de; ZANELA, S. M.; VIEIRA, C. V. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 83-88, 2004b.
- ALVES, L. L.; OLIVEIRA, P. V. A.; FRANÇA, S. C.; ALVES, P. L. C.; PEREIRA, P. S. Atividade alelopática de extratos aquosos de plantas medicinais na germinação de *Lactuca sativa* L. e *Bidens pilosa* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 3, p. 328-336, 2011.
- BELTRAME, R. A. **Germinação, morfologia e análise da distribuição espacial da qualidade fisiológica de sementes de *Joannesia princeps* Vell.** 2013. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, 2013.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.** New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BONI, A. P.; ZENI, A. L. B.; ALBUQUERQUE, C. A. C. de. Efeito do extrato hidroalcoólico de *Tabernaemontana catharinensis* em camundongos inoculados experimentalmente com veneno botrópico. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 92, n. 3, p. 176-185, 2011.
- BRANCALION, P. H. S.; NOVEMBRE, A. D. L. C.; RODRIGUES, R. R. Temperatura ótimas de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 15-21, 2010.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais.** Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária. Coordenação Geral de Apoio Laboratorial, 2013. 97 p.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Brasília: Coordenação de Laboratório Vegetal. Departamento Nacional de Defesa Vegetal, 2009. 399 p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** 5. ed., Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

COPELAND, L. O.; MCDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. 3 ed. New York: Chapman & Hall, 1995. 409 p.

COSTA, E.; LEAL, P. A. M.; REGO, N. H.; BENATTI, J. Desenvolvimento inicial de mudas de jatobazeiro do cerrado em Aquidauana-MS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n.1, p. 215-226, 2011.

DE LAS HERAS, B.; SLOWING, K.; BENEDÍ, J.; CARRETERO, E.; ORTEGA, T.; TOLEDO, C.; BERMEIO, P.; IGLESIAS, I.; ABAD, M. J.; GÓMEZ-SERRANILLOS, P.; LISO, P. A.; VILLAR, A.; CHIRIBOGA, X. Antiinflammatory and antioxidant activity of plants used in traditional medicina in Ecuador. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 61, n. 2, p. 161-166, 1998.

DELORENZI, J. C.; ATTIAS, M.; GATTAS, C. R.; ANDRADE, M.; REZENDE, C.; PINTO, A. C.; HENRIQUES, A. T.; BOU-HABIB, D. C.; SARAIVA, E. M. B. Antileishmanial activity of an indole alkaloid from *Peschiera australis*. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 45, n. 5, p. 1349-1354, 2001.

DI STASI, L. C.; HIRUMA-LIMA, C. A. **Plantas medicinais da Amazônia e na Mata Atlântica**. 2 ed. São Paulo: UNESP, 2002, 604 p.

DUARTE, D. M.; NUNES, U. R. Crescimento inicial de mudas de *Bauhinia forficata* Link em diferentes substratos. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 2, p. 327-334, 2012.

DUTRA, T. R.; GRAZZIOTTI, P. H.; SANTANA, R. C.; MASSAD, M. D. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 321-329, 2012.

FARINACCIO, M. A. **Asclepiadoideae (Apocynaceae) do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil**. 2000. 92 f. Dissertação. (Mestrado em Ciências) - Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

FEDERICI, E.; PALAZZINO, G.; NICOLETTI, M.; GALEFFI, C. Antiplasmodial activity of the alkaloids of *Peschiera fuchsiaefolia*. **Planta Medica**, v. 66, n. 1, p. 93-95, 2000.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Ed.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 137-174.

FIGUEIREDO, E. R.; VIEIRA, I. J. C.; SOUZA, J. J. de; BRAZ-FILHO, R.; MATHIAS, L.; KANASHIRO, M. M.; CÔRTEZ, F. H. Isolamento, identificação e avaliação da atividade antileucêmica de alcaloides indólicos monoterpênicos de *Tabernaemontana salzmännii* (A. DC.), Apocynaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 5, p. 675-681, 2010.

FLORIANO, E. P. **Germinação e dormência de sementes florestais**. Caderno didático, n. 2. Santa Rosa: ANORGS, 2004. 19 p.

FOWLER, J. A. P.; MARTINS, E. G. **Manejo de sementes de espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 76 p.

FREIRE, J. M.; ROUWS, J. R. C.; TEIXEIRA, R. de O. Influência do substrato no vigor de sementes de leiteira (*Tabernaemontana laeta* Mart.) em condições de laboratório. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. n. 78, 2011. 20 p.

FUMAGALI, E.; GONÇALVES, R. A. C.; MACHADO, M. de F. P. S.; VIDOTI, G. J.; OLIVEIRA, A. J. B. de. Produção de metabólitos secundários em cultura de células e tecidos de plantas: o exemplo dos gêneros *Tabernaemontana* e *Aspidosperma*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 4, p. 627-641, 2008.

GAMA, J. S. N.; MONTE, D. M. O.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A. B.; BRAGA-JUNIOR, J. M. Temperaturas e substratos para a germinação e vigor de sementes de *Euterpe oleracea* Mart. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 664-670, 2010.

GARCIA, S. F.; OLIVEIRA, C. de; SILVA, B. M. da S. Emergência de plântulas de *Tabebuia caraiba* (Mart.) Bureau. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 8, p. 1419-1422, 2012.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. de. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa: Editora UFV, 2013. 116 p.

GOMES-JUNIOR, D. **Qualidade fisiológica de sementes e produção de mudas de *Mabea fistulifera* Mart.** 2011. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2011.

GONÇALVES, D. M.; ARAUJO, J. H. B.; FRANCISCO, M. S.; COELHO, M. A.; FRANCO, J. M. Avaliação da atividade antimicrobiana *in vitro* do extrato de *Tabernaemontana catharinensis* A. DC. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 2, p. 197-202, 2011.

GONÇALVES, M. dos S. **Constituintes químicos de *Tabernaemontana catharinensis* (Apocynaceae)**. 2011. 246 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2011.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U. Substratos e temperaturas para o teste de germinação de sementes de *Chorisia glaziovii* (O. Kuntze). **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 525-531, 2011.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; COLARES, P. N. Q.; MEDEIROS, M. S. de; VIANA, J. S. Germinação e vigor de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Allemão em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 975-982, 2011a.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; FRANÇA, P. R. C. de; MOURA, M. F. de; SANTOS, S. da S. Germinação de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 33, n. 4, p. 445-450, 2011b.

HERNANDES, J. L.; PEDRO-JUNIOR, M. J.; BARDIN, L. Variação estacional da radiação solar em ambiente externo e no interior de floresta semidecídua. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 167-172, 2004.

- KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2012. 431 p.
- KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2 ed. São Paulo: BASF, 1997. 440 p.
- KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; SOUZA, P. V. de. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1103-1113, 2013.
- LANG, D. Z.; BOTREL, M. C. G. Desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em diferentes substratos. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 1, n. 1, p. 107-117, 2008.
- LENHARD, N. R.; PAIVA-NETO, V. B. de; SCALON, S. de P. Q.; ALVARENGA, A. A. de. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 178-186, 2013.
- LIM, K.; THOMAS, N. F.; ABDULLAH, Z.; KAM, T. Seco-tabersonine alkaloids from *Tabernaemontana corymbosa*. **Phytochemistry**, v. 70, p. 424-429, 2009.
- LIMA-JUNIOR, M. J. V. **Manual de procedimentos para análise de sementes florestais**. Manaus: UFAM, 2010. 146 p.
- LOPES, J. C.; ALEXANDRE, R. S. **Germinação de sementes de espécies florestais**. In: CHICHORRO, J. F.; GARCIA, G. de O.; BAUER, M. de O.; CALDEIRA, M. V. W. (Org.). **Tópicos em Ciências Florestais**. 1 ed. Visconde do Rio Branco: Suprema. v. 1, p. 21-56, 2010.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, v. 1. 6 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014. 384 p.
- MABBERLEY, D. J. **The plant-book: a portable dictionary of the vascular plants**. 2 ed. Cambridge: University Press, 1997. 771 p.
- MACIEL, C. G.; BOVOLINI, M. P.; FINGER, G.; POLLET, C. S.; MUNIZ, M. F. B. Avaliação de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Jacaranda mimosifolia* D. Don. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 1, p. 55-61, 2013.
- MARANHO, A. S.; PAIVA, A. V. de; PAULA, S. R. P. de. Crescimento inicial de espécies nativas com potencial madeireiro na Amazônia, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 913-921, 2013.
- MARCOS-FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. de B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. 218 p.
- MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.
- MARTINS, C. C.; MARTINS, D.; NEGRISOLI, E.; STANGUERLIM, H. Comportamento germinativo de sementes de leiteiro (*Peschiera fuchsiaefolia*): efeito da temperatura e luz. **Planta Daninha**, v. 18, n. 1, p. 85-91, 2000.

MARTINS, J. R.; ALVARENGA, A. A. de; CASTRO, E. M. de; SILVA, A. P. O. da; ALVES, E. Teores de pigmentos fotossintéticos e estrutura de cloroplastos de alfavaca-cravo cultivadas sob malhas coloridas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n.1, p. 64-69. 2010.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 2 ed. Oxford: Pergamon Press, 1975. 192 p.

MELO, A. M. M. F. de. **Estudo químico e atividade biológica de *Tabernaemontana solanifolia* A. DC. (Apocynaceae)**. 2012. 177 f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2012.

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

MONNERAT, C. S.; SOUZA, J. J. de; MATHIAS, L., BRAZ-FILHO, R.; VIEIRA, I. J. C. A new idole alkaloid isolated from *Tabernaemontana hystrix* Steud (Apocynaceae). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 16, n. 6b, p. 1331-1335, 2005.

MONOGAKI, H. Seed germination: the biochemical and molecular mechanisms. **Breeding Science**. Oregon, v. 56, p. 93-105, 2006.

MORELOS, C. S. M.; CARRASCAL, M. M.; PÁJARO, G. Y.; GÓMEZ, E. H. Actividad larvívica de extractos etanólicos de *Tabernaemontana cymosa* y *Trichilia hirta* sobre larvas de estadio III y IV de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 17, n. 3, p. 256-267, 2012.

NASCIMENTO, I. L. do; LEAL, C. C. P.; NOGUEIRA, N. W.; MEDEIROS, A. K. P. de; CAMARA, F. M. M. Influência de diferentes tipos de substrato e temperatura na germinação de sementes de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 4, p. 7-10, 2011.

NEUWINGER, H. D. Alkaloids in arrow poisons. In: ROBERTS, M. F.; WINK, M. (Ed.). **Alkaloids: biochemistry, ecology and medicinal applications**. New York: Plenum Press, 1998. 486 p.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. de; BERG, E. V. D.; SOBRAL, M. E. G.; PIFANO, D. S.; SANTOS, R. M. dos; VALENTE, A. S. M.; MACHADO, E. L. M.; MARTINS, J. C.; SILVA, C. P. de C. Espécies de ocorrência do domínio atlântico e do cerrado. In: OLIVEIRA-FILHO, A. T. de; SCOLFORO, J. R. (Ed.) **Inventário florestal de Minas Gerais: espécies arbóreas da flora nativa**. Lavras: Editora UFLA, 2008, 619 p.

OLIVEIRA-JUNIOR, O. A. de; CAIRO, P. A. R.; NOVAES, A. B. de. Características morfofisiológicas associadas à qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em diferentes substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 1173-1180, 2011.

PACHECO, F. V.; PEREIRA, C. R.; SILVA, R. L. da; ALVARENGA, I. C. A. Crescimento inicial de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex. Benth (Fabaceae) e *Chorisia speciosa* A. St.-

Hil (Malvaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 945-953, 2013.

PEREIRA, P. S.; TICLI, F. K.; FRANÇA, S. de C.; BREVES, C. M. de S.; LOURENÇO, M. V. Enhanced triterpene production in *Tabernaemontana catharinensis* cell suspension cultures in response to biotic elicitors. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 1849-1852, 2007.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2 ed. Brasília. 1985. 289 p.

RAPINI, A. **Sistemática**: estudos em Asclepiadoideae (Apcynaceae) da Cadeia do Espinhaço de Minas Gerais. 2000. 283 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

SANTOS, R. F.; MORAIS, L.; BORSOI, A.; SECCO, D.; MOREIRA, G. C. Níveis de sombreamento na produção e desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 3, n. 3, p. 201-206, 2010.

SCALON, S. de P. Q.; MASETTO, T. E.; MATOS, D. S. C. de; MOTTA, L. Condicionamento fisiológico e níveis de sombreamento em sementes de barbatimão (*Styphnodendron polyphyllum* (Mart.) e *S. adstringens* (Mart.) Coville). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 145-153, 2014.

SCHOCK, A. A.; RAMM, A.; MARTINAZZO, E. G.; SILVA, D. M.; BACARIN, M. A. Crescimento e fotossíntese de plantas de pinhão-manso cultivadas em diferentes condições de luminosidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 1, p. 3-9, 2014.

SCHORN, L. A.; FORMENTO, S. **Silvicultura II**: produção de mudas florestais. Blumenau: Universidade Regional de Blumenau, 2003. 55 p.

SCHRIPSEMA, J.; DAGNINO, D.; GOSMANN, G. Alcaloides indólicos. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROCICK, P. R. (org.) **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. 6 ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora UFSC, 2010, 1102 p.

SCREMIN-DIAS, E.; KALIFE, C.; MENEGUCCI, Z. dos R. H.; SOUZA, P. R. de. **Produção de mudas de espécies florestais nativas**: manual. Rede de sementes do Pantanal. Campo Grande: Editora UFMS, 2006. 56 p.

SEIDL, C. **Pesquisa de substâncias naturais inibidoras da Acetilcolinesterase**. 2010. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

SILVEIRA, N. M.; ALVES, J. D.; DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A. A. de. Tecnologia de sementes de *Sebastiania membranifolia* Mull Arg (Euphorbiaceae). **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 4, p. 669-675, 2013.

SOUZA, F. B. C. **Morfologia de frutos, sementes e plântulas, e qualidade fisiológica de sementes de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms**. 2013. 103 f. Dissertação (Mestrado em

Ciências Florestais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, 2013.

SOUZA, J. J. **Constituintes químicos das cascas das raízes de *Tabernaemontana hystrix* (Apocynaceae)**. 2006. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) - Laboratório de Ciências Químicas, Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2006.

SUFFREDINI, I. B.; BACHI, E. M.; SAKUDA, T. M. K.; OHARA, M. T.; YOUNES, R. N.; VARELLA, A. D. Antibacterial activity of Apocynaceae extracts and MIC of *Tabernaemontana angulata* stem organic extract. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, vol.38, n.1, p. 89-94, 2002.

TAIZ; L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: ARTMED, 2013. 820 p.

VERONESE, E. L. G.; ESMERALDINO, L. E.; TROMBONE, A. P. F.; SANTANA, A. E.; BECHARA, G. H.; KETTELHUT, I.; CINTRA, A. C. O.; GIGLIO, J. R.; SAMPAIO, S. V. Inhibition of the myotoxic activity of *Bothrops jararacussu* venom and its two major myotoxins, BthTX-I and BthTX-II, by the aqueous extract of *Tabernaemontana catharinensis* A. DC. (Apocynaceae). **Journal Phytomedicine**, v. 12, n. 1-2, p. 123-130, 2005.

VIEIRA, I. J. C.; MEDEIROS, W. L. B.; MONNERAT, C. S.; SOUZA, J. J.; MATHIAS, L.; BRAZ-FILHO, R.; PINTO, A. C.; SOUSA, P. M.; REZENDE, C. M.; EPIFANIO, R. A. Two fast screening methods (GC-MS and TLC-ChEl assay) for rapid evaluation of potential anticholinesterasic indole alkaloids in complex mixtures. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 419-426, 2008.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. de. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. 164 p.

VILLELA, F. A.; PERES, W. B. Coleta, beneficiamento e armazenamento. In: FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. (Orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 265-281.

WENDLING, I.; FERRARI, M. P.; GROSSI, F. **Curso intensivo de viveiros e produção de mudas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 48 p.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. da. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. Viçosa: Editora UFV, 2009. 272 p.

ZOCOLER, M. A.; OLIVEIRA, A. J. B. de; SARRAGIOTTO, M. H.; GRZESIUK, V. L.; VIDOTTI, G. J. Qualitative determination of indole alkaloids of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* (Apocynaceae). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 16, n. 6b, p. 1372-1377, 2005.

## **CAPÍTULO I**

**BIOMETRIA, EMBEBIÇÃO E TESTE DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE  
*Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC. EM DIFERENTES SUBSTRATOS E  
TEMPERATURAS**

**BIOMETRIA, EMBEBIÇÃO E TESTE DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE  
*Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC. EM DIFERENTES SUBSTRATOS E  
TEMPERATURAS**

**RESUMO**

*Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC. (Apocynaceae) é uma espécie altamente invasora, com potencial uso em restauração de áreas e para fins medicinais. Objetivou-se com este trabalho avaliar: biometria, embebição e diferentes substratos e temperaturas para padronizar a análise de germinação de sementes de leiteiro. A biometria foi avaliada pelas variáveis comprimento, largura, espessura e massa individual das sementes. A embebição foi caracterizadas pelo uso de três métodos: rolo de papel, placa de Petri e béquer. No teste de germinação foram utilizados seis substratos: rolo de papel, sobre papel, sobre areia, sobre fibra de coco, sobre HS-Florestal<sup>®</sup> e sobre vermiculita e seis temperaturas: 20, 25, 30, 35, 20-30 e 20-35 °C, com semeadura em placas de Petri, mantidas em câmaras de germinação tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), por 35 dias, avaliando-se: índice de velocidade, tempo médio e porcentagem de germinação; porcentagem de plântulas normais e de sementes mortas; comprimento de raiz e parte aérea; e massa seca de plântulas. As medidas biométricas apresentaram bastante variação. A embebição apresentou padrão trifásico, chegando à fase três pelos métodos de rolo de papel e placa de Petri. O método em béquer promoveu a morte das sementes. Recomenda-se para o teste de germinação os substratos sobre areia, sobre fibra de coco, sobre HS-Florestal<sup>®</sup> e sobre vermiculita, e as temperaturas fixas de 25 e 30 °C. Os substratos rolo de papel e sobre papel e a temperatura de 35 °C não são indicados para a condução do teste de germinação de sementes de leiteiro.

**Palavras-chave:** Leiteiro, qualidade fisiológica, vigor, morfologia, padrão trifásico.

**BIOMETRY, IMBIBITION AND GERMINATION TEST OF *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC. SEEDS IN DIFFERENT SUBSTRATES AND TEMPERATURES**

**ABSTRACT**

*Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC. (Apocynaceae) is a highly invasive species, with potential use in restoration areas and for medicinal purposes. In order to evaluate biometry, imbibition, and different substrates and temperatures to standardize the analysis of germination of *T. fuchsiaefolia* seeds, we carried out the present study. Biometric was evaluated by the variables length, width, thickness and individual mass of seeds. The imbibition was characterized by the use of three methods: paper roll, Petri dish and Becker. In the germination test six substrates were used: paper roll, with seed upon paper, upon sand, upon coconut fiber, upon HS-Florestal<sup>®</sup> and upon vermiculite and six temperatures: 20, 25, 30, 35, 20-30 and 20-35 °C, the seeds were sown in Petri dishes, kept in a germination chamber BOD (Biochemical Oxygen Demand) for 35 days, were analyzed: germination speed index, percentage of germination and dead seeds, mean germination time, percentage of normal seedlings, length of aerial parts and roots, and dry mass of seedlings. The biometric measurements showed enough variation. The imbibition presented a triphasic pattern, reaching phase three by the methods of roll paper and the Petri dish. The method of Becker promoted death of seeds. It is recommended for the germination test the substrates upon sand, upon coconut fiber, upon HS-Florestal<sup>®</sup> and upon vermiculite, and the fixed temperatures of 25 and 30 °C. The substrates paper roll and upon paper and the temperature of 35 °C are not suitable for the germination of *T. fuchsiaefolia* seeds.

**Keywords:** Leiteiro, physiological quality, vigor, morphology, triphasic pattern.

## 1 INTRODUÇÃO

A pesquisa dos métodos empregados para análise de sementes é extremamente importante, pois permite a obtenção de informações úteis para a reprodução de espécies, muitas vezes difíceis de propagar ou com alto grau de interesse e pouca disponibilidade natural. No âmbito das espécies florestais, esses estudos mostram-se ainda mais necessários, devido à escassez de pesquisas na área, e uma grande gama de espécies de interesse que ainda não tiveram metodologias padronizadas para as análises de qualidade fisiológica ou mesmo informações úteis para a obtenção e uso de suas sementes. Dentre essas, destaca-se *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC., da família Apocynaceae; popularmente conhecida como leiteiro ou leiteira.

É uma importante invasora de pastagens, potencialmente indicada para recuperação de áreas degradadas, por apresentar intensa regeneração espontânea em formações vegetais abertas, resguardando-se os cuidados pertinentes para uma espécie com grande capacidade invasora (LORENZI, 2014); cujas espécies do gênero vêm sendo amplamente estudadas, por apresentarem propriedades medicinais, antimicrobianas, bactericidas (SUFFREDINI et al., 2002; GONÇALVES et al., 2011) e efeitos alelopáticos sobre outras culturas (ALVES et al., 2011).

Devido a essas características importantes, torna-se necessário o estudo da propagação de espécies do gênero, objetivando a produção de mudas para reflorestamento bem como conhecer os seus mecanismos de reprodução, possibilitando a escolha de melhor manejo para o controle da emergência, quando invasora de culturas (MARTINS et al., 2000), principalmente, pela escassez de pesquisas sobre as espécies do gênero *Tabernaemontana*.

Para o estudo da germinação de sementes, diversos fatores podem ser avaliados, devido à diversidade de fatores ambientais ou internos que exercem influência direta sobre o processo germinativo, destacando-se o tipo de substrato e a temperatura. O substrato influencia na germinação, devido à sua estrutura, aeração, capacidade de retenção de água, composição química, infestação de patógenos, entre outras, tendo efeito sobre a disponibilidade de água, de gases e nutrientes (MARTINS et al., 2008), enquanto a temperatura afeta tanto a velocidade quanto a uniformidade e porcentagem da germinação (MARCOS-FILHO, 2005;

CARVALHO; NAKAGAWA, 2012), sendo bastante abrangente os limites, de acordo com a espécie. Para a maioria das espécies a temperatura ótima situa-se entre 20 e 30 °C.

Além dos testes de germinação, em função de diversas variáveis, outros estudos relacionados à semente também podem ser realizados. As avaliações biométricas, por exemplo, fornecem resultados com relativa facilidade de obtenção, que podem ser empregados na diferenciação de espécies de um mesmo gênero que ocorram num mesmo bioma, bem como facilitar os estudos de ecologia para essas espécies (CUNHA-SILVA et al., 2012). A biometria permite separar as sementes por classe de tamanho ou peso, técnica empregada para a uniformização da emergência e obtenção de mudas com um padrão de tamanho ou com maior vigor, com base em características da semente de fácil obtenção, a qual o viveirista pode exercer controle antes da semeadura (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; LIMA-JUNIOR, 2010).

Objetivou-se com este estudo descrever as características biométricas, caracterizar a curva de embebição e avaliar a germinação de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC. em função de diferentes substratos e temperaturas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS DA COLETA E DA ANÁLISE DAS SEMENTES

As sementes foram coletadas com auxílio de podão, diretamente de matrizes localizadas em área de Mata Atlântica, na Reserva Ecológica de Guapiaçu (22°25'45" S - 42°44'62" W), no município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro. A região é caracterizada por duas estações climáticas distintas: uma mais seca e fria, entre maio e outubro, e outra mais úmida e quente, entre novembro e abril. A precipitação média anual é de 2600 mm e a temperatura varia entre 14 e 37 °C (SANTOS, 2013).

As sementes foram então encaminhadas para a realização das avaliações, no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre-ES.

### 2.2 BIOMETRIA E CARACTERIZAÇÃO DO LOTE DE SEMENTES

A caracterização do lote seguiu a recomendação das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), sendo realizadas as seguintes análises:

- **Grau de umidade:** a determinação do teor de água nas sementes foi realizada pelo método de estufa a  $105 \pm 3$  °C, com resultados expressos em porcentagem do peso da amostra original. Foram pesadas, em balança de precisão (0,0001 g), duas repetições contendo 15 sementes cada, posteriormente colocadas em cápsulas metálicas e levadas a estufa de circulação de ar forçada, com temperatura em torno de 105 °C, por um período de 24 horas, ao fim do qual as repetições foram novamente pesadas. O peso final foi subtraído do inicial, calculando-se o teor de água (%), utilizando-se a seguinte fórmula:

$$U = \frac{Pf - Pi}{Pf} \quad (1)$$

Em que:

U = porcentagem de umidade;

Pf = peso final;

Pi = peso inicial;

- **Peso de mil sementes:** foi determinado utilizando-se oito repetições de 100 sementes, que foram pesadas em balança de precisão (0,0001 g) e o peso médio das oito amostras multiplicado por dez para obtenção do resultado;

- **Quantidade de sementes por quilo:** foi calculado utilizando-se o peso de mil sementes, através de regra de três.

Para a biometria das sementes, foi realizada a pesagem individual de 100 sementes, em balança de precisão (0,0001 g); conjuntamente foram realizadas medições com o uso de paquímetro digital (precisão de 0,05 mm), em 100 sementes, considerando-se três dimensões: comprimento (ápice à base), largura (lado direito ao esquerdo) e espessura (parte dorsal à ventral). Os dados foram analisados com auxílio do programa Excel, calculados a média, mediana, variância e desvio padrão, sendo por fim classificados por meio da distribuição de frequência, representada graficamente em histogramas (SANGALLI et al., 2012; SANTANA et al., 2013). A amplitude das classes de frequência foi calculada de acordo com Ribeiro-Júnior (2011).

### 2.3 PADRÃO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA (CURVA DE EMBEBIÇÃO)

O estudo da absorção de água pela semente foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Baskin e Baskin (2001), utilizando-se três métodos de embebição: em placas de Petri forradas com papel tipo germitest embebido com água destilada, mantendo-se uma lâmina de água constante, tomando-se o cuidado de não encobrir as sementes; em rolo de papel tipo germitest, composto por três folhas de papel sobrepostas, umedecido com água destilada; e em béquer contendo água destilada em quantidade suficiente para cobrir as sementes. As sementes foram então mantidas em câmara de incubação tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), com fotoperíodo de oito horas e temperatura de 30 °C, por 10 dias (240 horas), período necessário para que a germinação fosse caracterizada.

As sementes foram primeiramente pesadas, em balança de precisão (0,0001 g), para determinação do peso inicial. A partir de então foram realizadas pesagens periódicas,

inicialmente de hora em hora, durante as primeiras 12 horas. Completado esse período, houve nova pesagem 24 horas após a instalação do experimento, e posteriormente a cada 24 horas, até a estabilização e/ou protrusão da raiz primária, caracterizando a germinação. Durante as pesagens, as sementes foram retiradas do substrato e colocadas em papel absorvente, para remoção da umidade superficial.

Com base nos dados das pesagens sucessivas, foi calculada a porcentagem de ganho de água em relação ao peso inicial (BRASIL, 2009), ao longo do tempo de observação, com a qual foi ajustada a curva de embebição das sementes, com a finalidade de identificar as três fases de absorção de água pelas sementes, de acordo com Bewley e Black (1994).

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições de 25 sementes distribuídas em três tratamentos. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias referentes aos três métodos foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico R (R CORE TEAM, 2014) e o pacote ExpDes (FERREIRA et al., 2011).

#### 2.4 TESTE DE GERMINAÇÃO

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com os tratamentos no esquema fatorial 6x6, sendo seis tipos de substratos e seis temperaturas, utilizando-se quatro repetições de 25 sementes por tratamento.

A semeadura foi feita em placas de Petri contendo os substratos: sobre papel (SP), sobre areia (SA), sobre fibra de coco (FC), sobre substrato comercial HS-Florestal<sup>®</sup> (CM) e sobre vermiculita (SV), e em rolo de papel germitest, utilizando-se três folhas sobrepostas de papel umedecidas com água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. O material foi mantido em câmaras de incubação tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), com fotoperíodo de oito horas, por 35 dias, ajustadas para as temperaturas: 20, 25, 30, 35, 20-30 e 20-35 °C.

As observações foram realizadas diariamente, após a instalação do teste, para avaliação da germinação (G-%), índice de velocidade (IVG), tempo médio (TMG) e frequência relativa da germinação (Fr).

O índice de velocidade de germinação foi calculado de acordo com Maguire (1962), utilizando-se a fórmula:

$$IVG = \sum_{i=1}^n \left( \frac{N_i}{D_i} \right) \quad (2)$$

Em que:

IVG = índice de velocidade de germinação;

$N_1, N_2 \dots N_i$  = número de sementes germinadas na primeira contagem, segunda contagem ... i-ésima contagem, respectivamente;

$D_1, D_2 \dots D_i$  = número de dias na primeira contagem, segunda contagem ... i-ésima contagem, respectivamente.

O tempo médio de germinação foi calculado pela equação proposta por Labouriau (1983):

$$TMG = \frac{\sum_{i=1}^k n_i t_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad (3)$$

Em que:

TMG = tempo médio de germinação;

k = último tempo de germinação das sementes;

$n_i$  = número de sementes germinadas no tempo  $t_i$  (não o número acumulado, mas aquele referido para a i-ésima observação);

$t_i$  = tempo entre o início do experimento e a i-ésima observação (em dias).

A frequência relativa da germinação foi calculada a partir dos dados de germinação diária, em função do tempo (LABOURIAU; VALADARES, 1976), pela fórmula:

$$Fr = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad (4)$$

Em que:

$k$  = último tempo de germinação das sementes;

$n_i$  = número de sementes germinadas no tempo  $t_i$  (não o número acumulado, mas aquele referido para a  $i$ -ésima observação).

Após 35 dias da sementeira, foram quantificadas as plântulas normais (%), sendo aquelas que apresentavam potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais, contendo as estruturas essenciais desenvolvidas, completas e sadias (BRASIL, 2013). Estas foram avaliadas quanto ao comprimento da raiz e da parte aérea (cm), utilizando-se uma régua graduada, e a massa seca das plântulas ( $\text{g plântula}^{-1}$ ), que foram colocadas em sacos de papel tipo *kraft* e submetidas à secagem em estufa de circulação de ar forçada, com temperatura ajustada para 70 °C, durante 72 horas, e posteriormente pesadas em balança analítica (0,0001 g).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de resíduos e à análise de variância (ANOVA), utilizando-se o programa estatístico R (R CORE TEAM, 2014), empregando-se o pacote ExpDes (FERREIRA et al., 2011). Os dados de tempo médio de germinação, por não apresentarem distribuição normal, foram transformados pelo método logarítmico (logaritmo natural). Para comparação das médias utilizou-se o teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 BIOMETRIA E CARACTERIZAÇÃO DO LOTE DE SEMENTES

A caracterização inicial das sementes de *T. fuchsiaefolia* resultou em valores de peso de mil sementes de 47,4415 g, com 21078 sementes por quilo e grau de umidade de 12,99%. Os dados referentes às medições de comprimento, largura e espessura das sementes apresentaram valores médios de 7,95; 3,81 e 3,03 mm, respectivamente, enquanto a massa individual média foi de 0,0461 g (Tabela 1).

TABELA 1: Valores máximo e mínimo, amplitude total, média, mediana, desvio padrão, variância e coeficiente de variação, das medidas de comprimento, largura e espessura (mm), e massa individual (g), referentes à caracterização biométrica de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*. Alegre-ES, 2014

TABLE 1: Maximum and minimum values, total range, mean, median, standard deviation, variance and coefficient of variation, of the measures of length, width and thickness (mm), and individual mass (g), relating to biometric characterization of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seeds. Alegre-ES, 2014

	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	Massa (g)
Valor máximo	10,28	5,40	4,06	0,0738
Valor mínimo	5,15	2,09	2,27	0,0300
Amplitude Total	5,13	3,31	1,79	0,0438
Média	7,95	3,81	3,03	0,0461
Mediana	7,97	3,73	2,99	0,0451
Desvio Padrão	0,98	0,65	0,38	0,0104
Variância	0,97	0,43	0,15	0,0001
CV (%)	12,38	17,12	12,66	22,47

CV = coeficiente de variação.

Para todas as características avaliadas, os valores apresentaram distribuição polimodal, com grande variabilidade. Esse comportamento é comum em espécies não domesticadas, nas quais é normal ocorrer variações das características morfométricas, sendo um indício de variabilidade genética populacional (SANGALLI et al., 2012). Variedade nas características biométricas também foi relatada para espécies florestais: *Hymenaea courbaril* (ANDRADE et al., 2010), *Enterolobium contortisiliquum* (BARRETO; FERREIRA, 2011), *Anadenanthera macrocarpa* (OLIVEIRA et al., 2012), *Aspidosperma desmanthum* (SANTOS et al., 2013) e *Campomanesia adamantium* (DRESCH et al., 2013).

A distribuição da frequência, plotada em histogramas (Figuras 1 e 2), possibilita a constatação de um comportamento assimétrico para todas as variáveis analisadas. O comprimento das sementes teve valores concentrados principalmente entre 7,20 e 8,73 mm, com 61% das sementes avaliadas encontrando-se nesse intervalo de tamanho. Já para a largura, 82% das sementes apresentaram valores medidos entre 3,08 e 4,73 mm. A variação nas dimensões das sementes é comum em frutos polispérmicos, como no caso da espécie, devido à ocorrência de competição, que acaba interferindo no tamanho final, especialmente nas extremidades do fruto, onde as sementes apresentam tamanho reduzido (RODRIGUES et al., 2006).

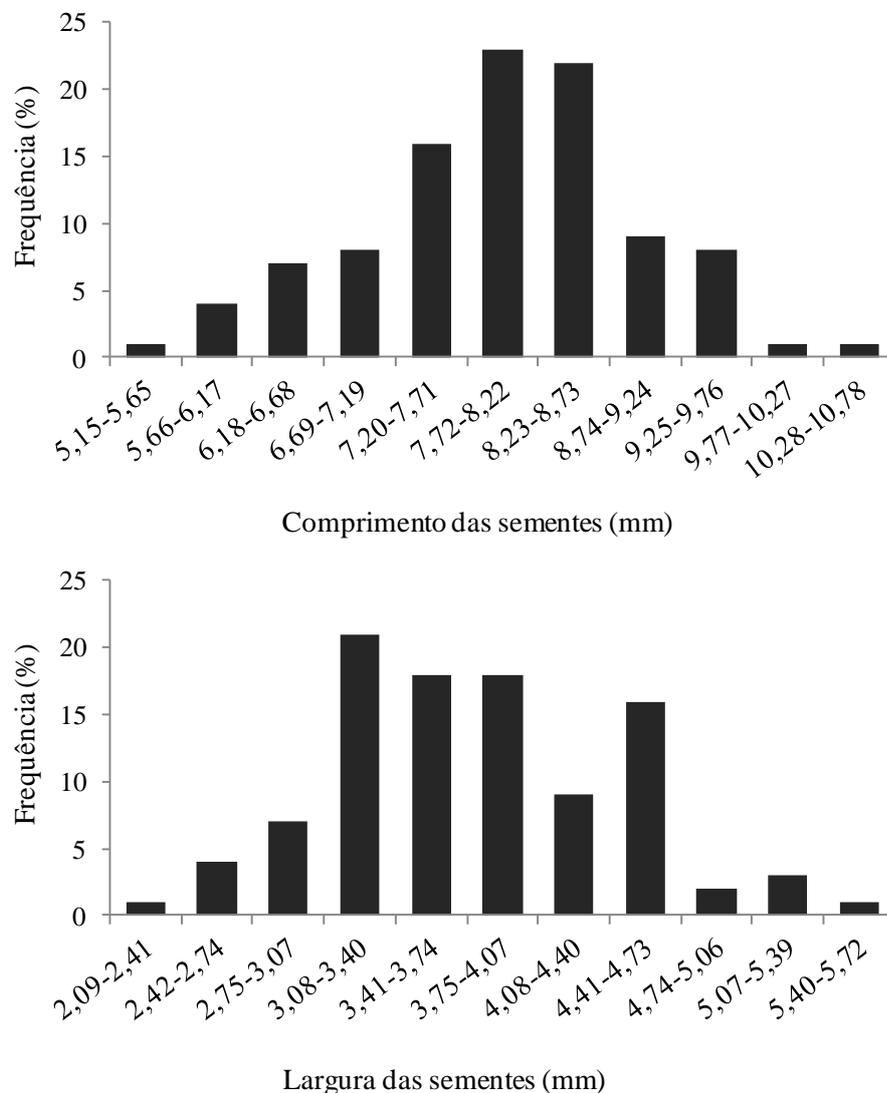


FIGURA 1: Histograma de frequência (%) da distribuição dos valores de comprimento e largura, referentes à caracterização biométrica de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*. Alegre-ES, 2014.

FIGURE 1: Frequency histogram (%) of the distribution of the values of length and width, related to the biometric characterization of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seeds. Alegre-ES, 2014.

Os valores obtidos para a espessura das sementes concentraram-se no intervalo entre 2,63 e 3,33 mm, acumulando 67% do total, enquanto para a massa individual, 73% das sementes avaliadas apresentaram peso entre 0,0300 e 0,0518 g. Variações no tamanho e peso das sementes podem ser ocasionadas pela influência do ambiente onde está inserida a planta mãe sobre o desenvolvimento seminal (MACEDO et al., 2009).

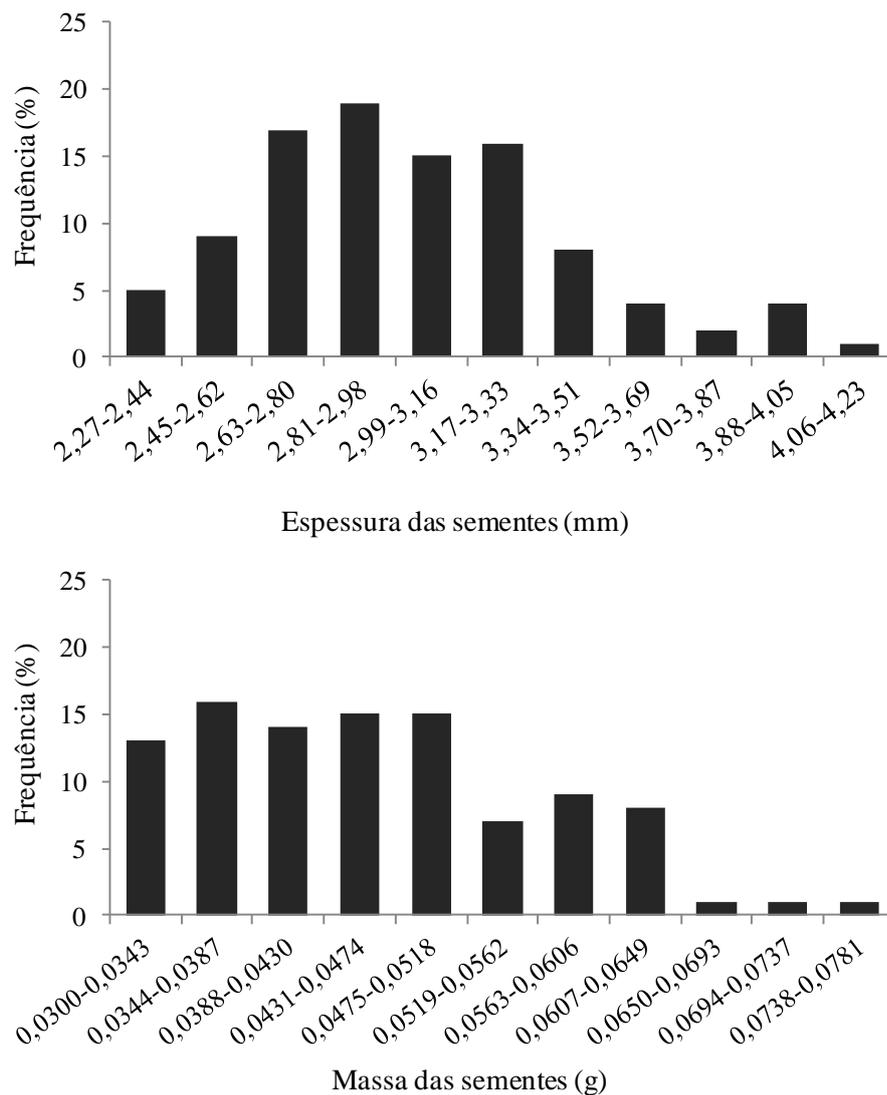


FIGURA 2: Histograma de frequência (%) da distribuição dos valores de espessura e massa individual, referentes à caracterização biométrica de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*. Alegre-ES, 2014.

FIGURE 2: Frequency histogram (%) of the distribution of the values of thickness and individual mass, related to the biometric characterization of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seeds. Alegre-ES, 2014.

Outro aspecto relevante quanto a essas características é o grau de umidade (12,99%), que exerce influência direta sobre a massa e dimensões das sementes. Os efeitos do ambiente também podem interferir negativamente na massa das sementes, pois condições desfavoráveis de umidade, temperatura ou ação de insetos e patógenos podem provocar a oxidação das substâncias de reserva, ocasionando a redução do peso das sementes (MARCOS-FILHO, 2005).

A massa da semente constitui aspecto importante para estudos, já que, em muitas espécies, há uma correlação positiva entre esta característica e o vigor e sobrevivência das plântulas, considerando-se que as sementes de maior tamanho, de modo geral, foram mais bem nutridas, com maior quantidade de substâncias de reserva (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; KERBAUY, 2012). Dessa forma, o tamanho e o peso das sementes podem ser considerados indicativos de qualidade fisiológica, devido à quantidade de reservas acumuladas e a formação do embrião (SANTOS-NETO et al., 2009).

### 3.2 PADRÃO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA (CURVA DE EMBEBIÇÃO)

Pela caracterização da curva de embebição das sementes de leiteira (Figura 3), evidenciou-se o padrão trifásico de absorção de água, conforme proposto por Bewley e Black (1994). Neste padrão, ocorre uma rápida absorção de água na primeira fase, com reativação do metabolismo, ativação de enzimas e síntese de proteínas; há certa estabilização na absorção de água na fase posterior, com redução nas taxas respiratórias, culminando com um novo aumento nos teores de água, quando por fim ocorre a protrusão da raiz primária, caracterizando a terceira fase. O padrão trifásico de absorção de água foi observado para sementes de diversas espécies florestais, como *Schinopsis brasiliensis* (DANTAS et al., 2008), *Schizolobium parahyba* (PEREIRA et al., 2011), *Adenanthera pavonina* (MANTOAN et al., 2012), *Gallesia integrifolia* (SOUZA, 2013) e *Copernicia hospita* (OLIVEIRA; BOSCO, 2013).

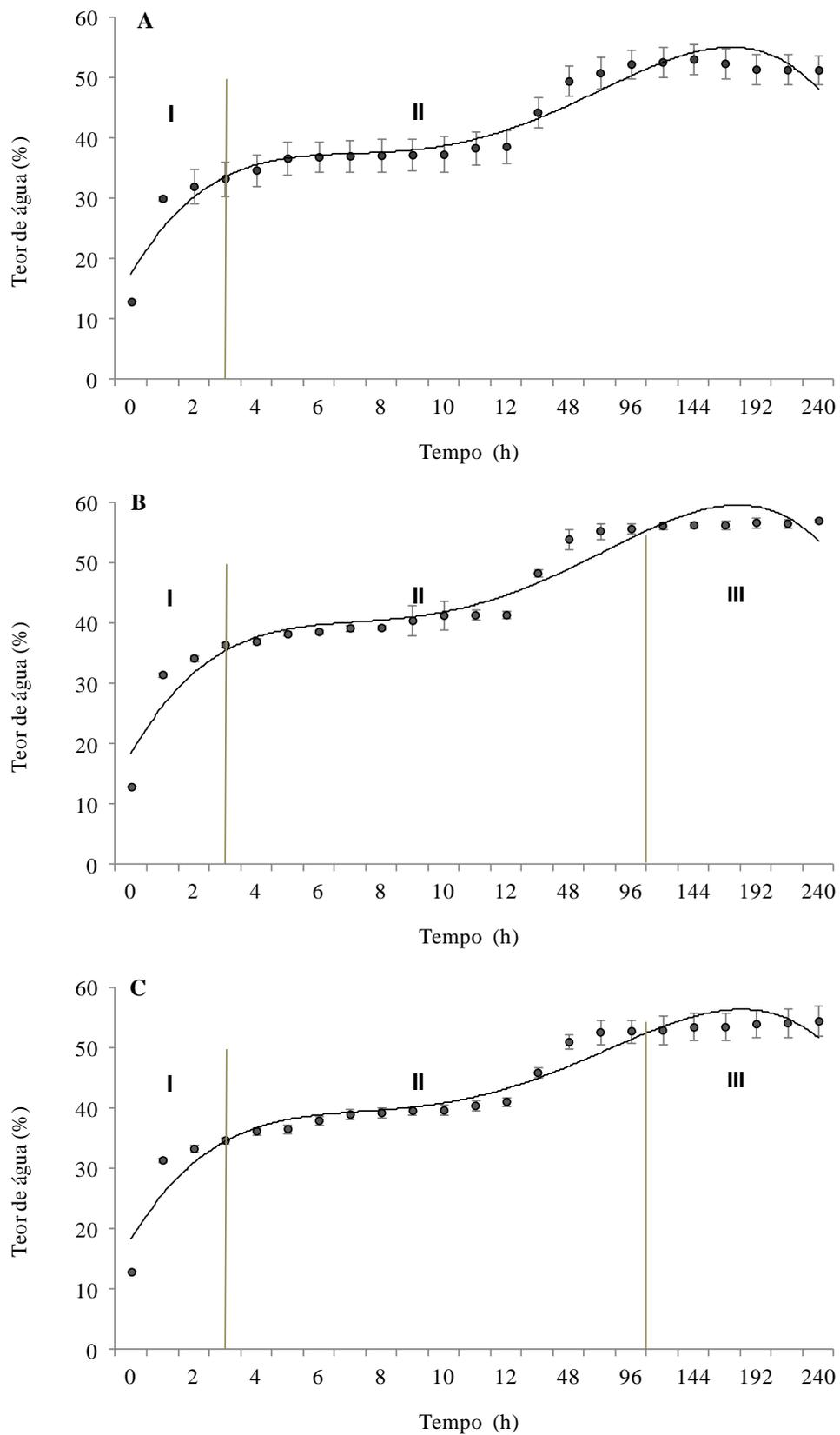


FIGURA 3: Curva de embebição de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*. Alegre-ES, 2014. Métodos de embebição: A = béquer; B = placa de Petri; C = rolo de papel germitest.

FIGURE 3: Curve of water absorption of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seeds. Alegre-ES, 2014. Imbibition methods: A = Becker; B = Petri dishes; C = paper roll.

Durante a embebição ocorre a reativação do metabolismo, por intermédio de substâncias e estruturas preservadas após a fase de dessecação, durante o desenvolvimento e maturação da semente (KERBAUY, 2012). A entrada de água na semente é a primeira etapa do processo germinativo, acarretando no aumento da atividade respiratória, visando o fornecimento de energia e substâncias orgânicas, para sustentar o crescimento do embrião (OLIVEIRA, 2009).

Foi possível observar que, para os três métodos avaliados, houve rápida entrada de água nas sementes, já na primeira hora de embebição, quando as sementes saíram de um teor de água em torno de 13 para cerca de 31%, caracterizando a embebição coloidal, com acelerada absorção de água pela semente, denominada fase I de absorção de água (MARCOS-FILHO, 2005), que perdurou pelas primeiras três horas. Uma rápida entrada de água nas primeiras horas de embebição também foi observada em sementes de *Operculina macrocarpa* (BRASILEIRO et al., 2009) e *Erythrina velutina* (SILVA-JUNIOR et al., 2012).

A água é o principal fator para o início da germinação, pois a semente deve atingir determinado conteúdo de água para poder germinar (KERBAUY, 2012). No caso das sementes de *T. fuchsiaefolia*, a germinação ocorreu quando a semente apresentava cerca de  $55 \pm 1\%$  de teor de água em seu interior, umidade alcançada após 192 horas no rolo de papel e 216 horas no método de embebição em placa de Petri. Os teores de umidade das sementes ao final das 240 horas de duração do teste estão representados na Tabela 2. Os métodos empregados para a embebição das sementes não exerceram influência sobre a porcentagem de água absorvida pelas sementes, sendo que ao final das 240 horas, as médias do grau de umidade das sementes foram estatisticamente iguais.

TABELA 2: Grau de umidade (%) das sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* após 240 horas, nos métodos de embebição em béquer, placa de Petri e rolo de papel. Alegre-ES, 2014

TABLE 2: Humidity degree (%) of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seeds, after 240 hours, in imbibition methods on Becker, Petri dishes and paper roll. Alegre-ES, 2014

	Método de Embebição <sup>ns</sup>			CV (%)
	Béquer	Placa de Petri	Rolo de Papel	
Grau de Umidade (%)	51,41	57,15	54,60	7,31

ns = F não significativo, em nível de 5% de probabilidade; CV = coeficiente de variação.

Não houve germinação para o método de embebição em béquer, já que as sementes totalmente submersas não puderam efetuar as trocas gasosas, ocorrendo a sua deterioração,

perceptível em análise visual. Mesmo neste método houve entrada de água pelo tegumento, caracterizando as fases I e II, porém, a partir de 72 horas, houve estabilização na absorção de água, com leve decréscimo no grau de umidade das sementes a partir de então. A entrada de água nas sementes, na fase I, ocorre por diferença de potencial hídrico entre a semente e o meio onde está inserida, já que a semente é altamente higroscópica, ocorrendo independentemente da viabilidade da semente, desde que não existam impedimentos físicos contra a entrada da água, como por exemplo dormência tegumentar (BEWLEY; BLACK, 1994). Dessa forma, fica evidenciado que as sementes de *T. fuchsiaeifolia* não possuem tegumento impermeável à água.

Segundo Marcos-Filho (2005), a entrada de água em grande quantidade ou velocidade nas sementes pode ocasionar danos estruturais, como a liberação excessiva de exsudados e ruptura da estrutura celular, podendo levar à morte das sementes, ou perda de vigor. Como o método de embebição em béquer manteve as sementes submersas, não houve condições para o reparo das estruturas celulares e para o restabelecimento efetivo do metabolismo. No entanto, nos métodos de embebição em placa de Petri e em rolo de papel, por fornecerem condições de contato simultâneo com água e oxigênio, as sementes atingiram a fase III, culminando com a protrusão da raiz primária.

### 3.3 TESTE DE GERMINAÇÃO

A análise de variância dos dados experimentais indicou uma interação significativa entre os dois fatores testados (substratos e temperaturas) para todas as variáveis avaliadas, sugerindo que os efeitos dos níveis de um fator são modificados pelos níveis do outro.

De um modo geral, a germinação, em média, teve início em torno do oitavo dia, com limite inferior de sete e superior de 12 dias. Resultados semelhantes foram obtidos por Martins et al. (2000), que observaram a protrusão da raiz primária observada em uma faixa entre os sete e 14 dias após a instalação do teste, estudando a germinação de sementes desta mesma espécie.

A porcentagem de germinação foi pouco influenciada pelos substratos e temperaturas testados (Tabela 3), apresentando uma pequena redução para o substrato rolo de papel sob temperatura de 35 e 20-35 °C. Essa redução sugere que a faixa considerada ótima para a germinação da

espécie possivelmente esteja no intervalo entre os 20 e 30 °C. Semelhantemente, Martins et al. (2000) apontam como faixa ótima para a germinação de sementes de *T. fuchsiaefolia* temperaturas entre 25 e 30 °C. De maneira similar, Guedes et al. (2011) verificaram, em sementes de *Myracrodruon urundeuva*, maiores percentuais de germinação com temperaturas entre 20 e 30 °C, faixa considerada ótima para a germinação de espécies florestais nativas do Brasil.

TABELA 3: Germinação (G-%), índice de velocidade (IVG) e tempo médio de germinação (TMG), de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, em diferentes substratos e temperaturas. Alegre-ES, 2014

TABLE 3: Percentage of germination (G), germination speed index (IVG) and mean germination time (TMG), of seeds of *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, in different substrates and temperatures. Alegre-ES, 2014

Sub	Variável	Temperatura (°C)					
		20	25	30	35	20-30	20-35
RP	G (%)	63 aA	52 aA	56 aA	30 bB	60 aA	26 bB
SP		58 aA	68 aA	62 aA	44 aB	49 aB	52 aB
SA		45 bA	52 aA	48 aA	38 bA	49 aA	34 bA
FC		61 aA	58 aA	52 aA	49 aA	45 aA	52 aA
CM		55 aA	56 aA	63 aA	53 aA	65 aA	56 aA
SV		43 bA	62 aA	59 aA	47 aA	54 aA	54 aA
RP	IVG	0,8417 aB	0,8368 bB	1,2254 aA	0,5062 bC	1,1095 aA	0,2891 bC
SP		0,9002 aA	1,2299 aA	1,0744 aA	0,7401 bA	0,7750 aA	0,9486 aA
SA		0,6264 aA	0,9218 bA	0,7877 aA	0,5877 bA	0,8845 aA	0,4990 bA
FC		0,9525 aA	1,1668 aA	1,0102 aA	0,8287 aA	0,8347 aA	0,9222 aA
CM		0,7863 aA	0,9718 bA	1,2256 aA	1,0311 aA	1,1192 aA	0,8988 aA
SV		0,7147 aB	1,3447 aA	1,2534 aA	0,9284 aB	1,0425 aA	1,0903 aA
RP	TMG	19,8 bC	17,8 cB	16,5 bA	13,5 aA	14,5 aA	21,5 cC
SP		15,3 aA	14,3 bA	15,0 bA	14,3 aA	15,5 aA	13,3 aA
SA		17,0 bA	14,3 bA	15,0 bA	15,3 aA	13,5 aA	16,3 bA
FC		15,5 aA	12,3 aA	12,8 aA	15,5 aA	13,3 aA	14,3 aA
CM		17,3 bB	15,3 cB	12,8 aA	12,8 aA	15,0 aB	15,5 bB
SV		14,5 aA	11,5 aA	12,5 aA	12,3 aA	12,8 aA	12,5 aA

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

Sub = substrato, RP = rolo de papel, SP = sobre papel, SA = sobre areia, FC = sobre fibra de coco, CM = sobre substrato comercial (HS-Florestal<sup>®</sup>), SV = sobre vermiculita.

Os valores de porcentagem de germinação obtidos nas sementes nos diferentes substratos, constituídos por materiais inertes como areia, papel e vermiculita, foram muito próximos, isto porque, nesta fase, as sementes não precisam de nutrientes, e sim de hidratação e aeração, para que ocorram as reações indutoras da formação dos órgãos em crescimento (DOUSSEAU et al., 2008). Portanto, o substrato deve oferecer boa capacidade de retenção de água e

porosidade, para permitir a aeração da semente. Essa capacidade de retenção de água, aliada à quantidade de luz que o substrato permite chegar à semente podem ser responsáveis por respostas diferenciadas obtidas até para a mesma temperatura (FIGLIOLIA et al., 1993; GUEDES et al., 2011).

O índice de velocidade de germinação seguiu uma redução similar, evidenciada principalmente nas temperaturas de 35 e 20-35 °C em substratos rolo de papel e sobre papel. Carvalho e Nakagawa (2012) relatam que a temperatura ótima para porcentagem de germinação de um modo geral é inferior àquela ótima para velocidade de germinação, o que não foi evidenciado nas condições testadas, em que o intervalo de temperatura entre 20 e 30 °C determinaram maiores percentuais e velocidade de germinação.

As sementes mantidas nas temperaturas de 30 e 35 °C apresentaram menor tempo médio de germinação, na maioria dos substratos, concordando com Carvalho e Nakagawa (2012), de que quanto maior a temperatura, até certo limite, mais rápida será a germinação. Entretanto, a germinação ocorreu em maior tempo, para a combinação das temperaturas de 20 e 20-35 °C e substrato rolo de papel. Em vermiculita, em qualquer das temperaturas testadas, as sementes apresentaram germinação em menor tempo, destacando-se como um bom substrato, principalmente porque a vermiculita vem sendo amplamente utilizada para germinação, por apresentar boa retenção de umidade, alta porosidade e baixa densidade (DOUSSEAU et al., 2008).

Com relação à porcentagem de plântulas normais (Tabela 4), pode ser observado que os substratos apresentaram pouca variação, dentro das temperaturas, com exceção do substrato sobre papel, que promoveu menores porcentagens para a maioria das temperaturas. O desenvolvimento de plântulas normais foi afetado especialmente pela temperatura de 35 °C, chegando a zero no substrato sobre papel, apresentando todas as estruturas da plântula deterioradas. A queda no percentual de plântulas normais para esse substrato sugere um limite de temperatura em torno de 30 °C quando for empregado o substrato sobre papel, o que pode ser ampliado com a utilização de outros substratos. No entanto, estudando o efeito de luz e temperatura na germinação de sementes de leiteiro, também utilizando o papel como substrato, Martins et al. (2000) observaram que a temperatura 35 °C teve efeito deletério, determinando morte de parte das sementes.

TABELA 4: Porcentagem de plântulas normais (PN) e de sementes mortas (SM) de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, em diferentes substratos e temperaturas. Alegre-ES, 2014

TABLE 4: Percentage of normal seedlings (PN) and dead seeds (SM) of *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, in different substrates and temperatures. Alegre-ES, 2014

Sub	Variável	Temperatura (°C)					
		20	25	30	35	20-30	20-35
RP	PN (%)	91 aA	88 aA	69 aB	55 aB	88 aA	80 bA
SP		74 bA	69 aA	84 aA	0 bB	62 bA	70 bA
SA		60 bB	85 aA	86 aA	59 aB	93 aA	91 aA
FC		88 aA	78 aA	88 aA	61 aB	85 aA	90 aA
CM		91 aA	89 aA	92 aA	72 aA	86 aA	100 aA
SV		83 aA	89 aA	98 aA	44 aB	96 aA	100 aA
RP	SM (%)	21 aA	23 aA	24 aA	35 aB	32 aB	47 bC
SP		42 bB	15 aA	28 aB	46 bB	30 aB	22 aA
SA		54 bB	23 aA	43 bB	53 bB	28 aA	30 bA
FC		26 aA	16 aA	18 aA	31 aA	21 aA	15 aA
CM		26 aA	7 aA	21 aA	41 aB	16 aA	14 aA
SV		43 bB	20 aA	27 aA	49 bB	18 aA	22 aA

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

Sub = substrato, RP = rolo de papel, SP = sobre papel, SA = sobre areia, FC = sobre fibra de coco, CM = sobre substrato comercial (HS-Florestal<sup>®</sup>), SV = sobre vermiculita.

A temperatura de 25 °C, promoveu menor porcentagem de sementes mortas, em todos os substratos, enquanto a temperatura de 35 °C, com exceção do substrato fibra de coco, foi aquela que ocasionou maior morte das sementes.

Os substratos rolo de papel e sobre papel em todas as interações com as temperaturas ocasionaram um menor desenvolvimento das plântulas, com menores comprimentos de raiz e parte aérea (Tabela 5). Espera-se que a utilização do rolo de papel promova um desenvolvimento e crescimento tanto da raiz quanto da parte aérea, por manter a plântula em posição vertical ao longo de todo o processo germinativo, diminuindo também a competição por espaço, o que não ocorreu com as sementes de leiteira, especialmente com o comprimento radicular, contrastando com os resultados obtidos por Gonçalves et al. (2007) com germinação de sementes de *Crataeva tapia* e Souza (2013), com sementes de *Gallesia integrifolia*. Guedes et al. (2011), por outro lado, obtiveram resultados semelhantes, com menor comprimento de plântulas observado em substrato sobre papel e rolo de papel, com sementes de *Myracrodruon urundeuva*.

A vermiculita também promoveu um menor crescimento radicular na maioria das temperaturas avaliadas, com exceção da temperatura de 20-35 °C, porém se igualando aos demais substratos quanto ao comprimento da parte aérea. Os substratos sobre areia, fibra de coco e substrato comercial, na maioria das interações com as temperaturas, promoveram o desenvolvimento radicular, avaliado pelo comprimento de raiz.

TABELA 5: Comprimento de raiz (CR) e de parte aérea (CPA) de plântulas de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, em diferentes substratos e temperaturas. Alegre-ES, 2014

TABLE 5: Root length (CR) and aerial part length (CPA) of seedlings of *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, in different substrates and temperatures. Alegre-ES, 2014

Sub	Variável	Temperatura (°C)						
		20	25	30	35	20-30	20-35	
RP		3,9 bA	2,5 cB	2,4 cB	1,1 aC	4,7 cA	3,0 bB	
SP		2,9 bA	2,4 cA	1,9 cA	0,0 aB	1,9 dA	1,8 cA	
SA	CR (cm)	4,7 bB	7,4 aA	5,4 aB	1,0 aC	8,0 aA	4,1 bB	
FC		6,5 aB	8,6 aA	6,0 aB	1,6 aC	7,5 bA	6,2 aB	
CM		5,4 aB	7,9 aA	5,5 aB	1,6 aC	8,8 aA	6,4 aB	
SV		4,2 bB	6,4 bA	4,1 bB	0,7 aC	6,7 bA	5,3 aB	
RP			2,7 aB	3,6 bB	4,1 bA	4,8 aA	5,5 bA	4,4 bA
SP			2,3 aB	3,8 bA	4,5 bA	0,0 cC	3,0 cB	3,8 bA
SA	CPA (cm)	2,2 aB	5,3 aA	5,5 aA	4,9 aA	5,7 bA	4,6 bA	
FC		3,0 aB	6,2 aA	5,9 aA	3,9 aB	6,5 bA	6,6 aA	
CM		2,5 aC	5,4 aA	5,7 aB	4,2 aB	6,4 bA	6,0 aA	
SV		3,2 aC	5,6 aB	5,3 aB	2,3 bC	7,7 aA	6,3 aB	

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

Sub = substrato, RP = rolo de papel, SP = sobre papel, SA = sobre areia, FC = sobre fibra de coco, CM = sobre substrato comercial (HS-Florestal<sup>®</sup>), SV = sobre vermiculita.

Por não apresentar nenhuma plântula normal que pudesse ser medida, a interação entre a temperatura 35 °C e o substrato sobre papel não teve registro do comprimento das partes das plântulas. Resultado similar ocorreu com plântulas de *Chorisia glaziovii*, também em temperatura de 35 °C (GUEDES; ALVES, 2011).

As plântulas provenientes de sementes mantidas em temperatura de 20 °C, em todos os substratos avaliados, apresentaram maiores valores de massa seca (Tabela 6). As temperaturas alternadas, de modo geral, promoveram menor massa seca de plântulas, à exceção da temperatura 20-35 °C, no substrato sobre papel. A determinação da massa seca, do acúmulo de fitomassa nas estruturas da plântula, é uma forma bastante difundida de avaliar o

crescimento vegetal, conseguindo determinar a transferência de reservas da semente para o eixo embrionário (NAKAGAWA, 1999).

TABELA 6: Massa seca (MST) total de plântulas de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, em diferentes substratos e temperaturas. Alegre-ES, 2014

TABLE 6: Dry mass (MST) of seedlings of *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, in different substrates and temperatures. Alegre-ES, 2014

Sub	Variável	Temperatura (°C)					
		20	25	30	35	20-30	20-35
RP		0,0448 aA	0,0384 aA	0,0278 aB	0,0263 bB	0,0283 aB	0,0374 aA
SP		0,0470 aA	0,0347 aB	0,0283 aB	0,0000 cC	0,0366 aB	0,0350 aB
SA	MST (g plântula <sup>-1</sup> )	0,0537 aA	0,0337 aB	0,0259 aC	0,0363 aB	0,0269 aC	0,0328 aB
FC		0,0459 aA	0,0297 aB	0,0314 aB	0,0398 aA	0,0287 aB	0,0297 bB
CM		0,0473 aA	0,0346 aB	0,0344 aB	0,0430 aA	0,0288 aB	0,0381 aB
SV		0,0412 aA	0,0340 aA	0,0314 aA	0,0324 bA	0,0262 aB	0,0244 bB

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

Sub = substrato, RP = rolo de papel, SP = sobre papel, SA = sobre areia, FC = sobre fibra de coco, CM = sobre substrato comercial (HS-Florestal<sup>®</sup>), SV = sobre vermiculita.

Maiores conteúdos de massa seca também foram observados em plântulas oriundas de sementes germinadas em substrato vermiculita, nas temperaturas de 25 e 30 °C. Essa variável é importante para a escolha dos substratos e temperaturas, pois as plântulas com maior massa seca são consideradas de maior vigor (GAMA et al., 2010).

Para a escolha do substrato, deve-se levar em consideração o tamanho e a forma da semente, sua exigência de água e luminosidade, além da facilidade que o substrato oferece para as avaliações (BRASIL, 2013).

A areia é considerada um substrato indicado para a germinação de espécies florestais, como *Tabernaemontana laeta* (FREIRE et al., 2011), *Myracroduon urundeuva* (GUEDES et al., 2011), *Astronium concinnum* (SOUZA et al., 2012) e *Pseudobombax grandiflorum* (LOPES et al., 2008), porém para a *T. fuchsiaefolia*, não é indicado em temperaturas mais baixas como a 20 °C, devido à redução na porcentagem de germinação, porcentagem de plântulas normais e comprimento de plântula.

A vermiculita é indicada como substrato para germinação da espécie nas regras para análise de sementes florestais (BRASIL, 2013), porém observando-se os resultados, pode-se

recomendar o uso de outros substratos para a germinação de leiteiro, especialmente fibra de coco e o substrato comercial HS-Florestal<sup>®</sup>, em temperaturas de 25 e 30° C.

A utilização de papel como substrato é bastante comum em testes de germinação, porém para espécies de germinação lenta, com longa duração do teste, esse substrato não é recomendado, por ressecar rapidamente e possuir rápida deterioração, devendo ser utilizado para espécies que germinam rápido (FREIRE et al., 2011). Como o período de duração do teste de germinação para sementes de *T. fuchsiaefolia* é longo, e com base nos resultados observados, como a grande ocorrência de plântulas anormais, o papel não é o substrato mais indicado para a espécie.

Estudando a frequência relativa da germinação das sementes de *T. fuchsiaefolia* (Figura 4) verifica-se que houve uma distribuição bastante desuniforme da germinação ao longo do tempo, representadas por curvas bastante assimétricas, em todas as temperaturas e substratos. Segundo Martins et al. (2000) as temperaturas próximas à ótima tendem a antecipar e concentrar a germinação em período de tempo mais restrito, enquanto as subótimas tendem a atrasar e distribuir a germinação em períodos mais longos. Essa distribuição de germinação ao longo do tempo constitui uma estratégia de invasão e sobrevivência que confere agressividade e capacidade de competição à espécie (KISSMANN; GROTH, 1992).

A distribuição apresentou comportamento polimodal, com mais de um pico, para todas as temperaturas e substratos avaliados, demonstrando baixa sincronização da protrusão da raiz primária para a espécie, mesmo nas temperaturas e substratos onde apresentou maior percentual de germinação. Esse comportamento pode revelar uma característica da espécie, que aumenta o potencial de ocupação e sobrevivência de sementes e plântulas em condições naturais, pois as plântulas emergem em épocas distintas, evitando competição, situações edafo-climáticas desfavoráveis e herbivoria severa (LARCHER, 2006).

Essa assimetria na frequência demonstra uma heterogeneidade fisiológica das sementes, algo comum para as espécies florestais nativas, normalmente ocasionada por variações na disponibilidade de recursos nutricionais durante o desenvolvimento dos frutos (WINN, 1991), de maneira similar ao observado por Matheus e Lopes (2009), com sementes de *Erythrina variegata* e Godoi e Takaki (2005) com sementes de *Cecropia glaziovii*.

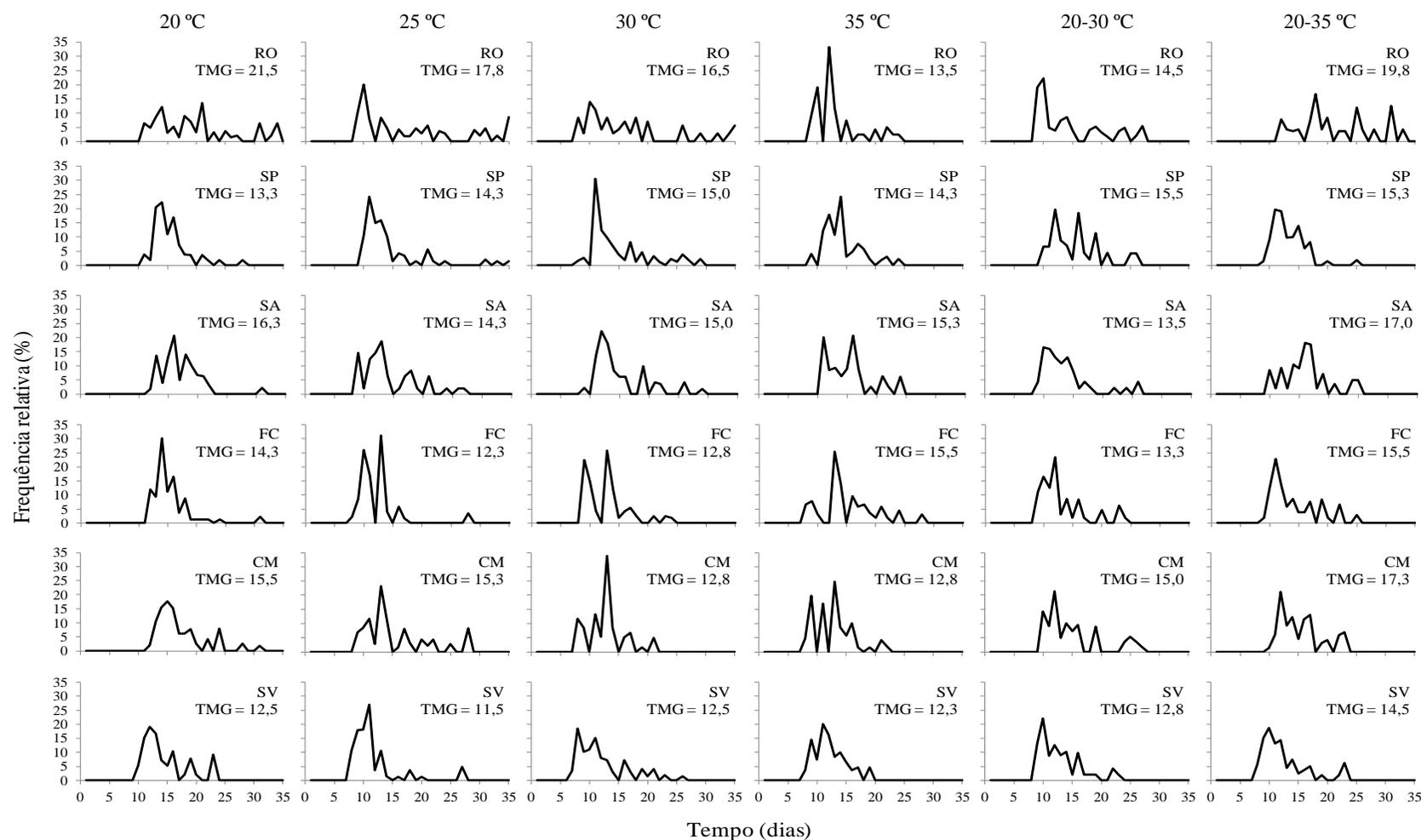


Figura 4. Frequência relativa de germinação (Fr) de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, em diferentes substratos e temperaturas. Alegre-ES, 2014. RO = rolo de papel, SP = sobre papel, SA = sobre areia, FC = sobre fibra de coco, CM = sobre substrato comercial (HS-Florestal<sup>®</sup>), SV = sobre vermiculita, TMG = tempo médio de germinação.

Figure 4. Relative frequency of germination (%) of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seeds, in different substrates and temperature. Alegre-ES, 2014. RO = paper roll, SP = upon the paper, SA = upon sand, FC = upon coconut fiber, CM = upon commercial substrate (HS-Florestal<sup>®</sup>), SV = upon vermiculite, TMG = mean germination time.

De um modo geral, o substrato vermiculita, em todas as temperaturas, promoveu germinação mais uniforme, em comparação aos demais substratos avaliados, enquanto o rolo de papel foi aquele que promoveu uma maior amplitude na germinação, inclusive apresentando protrusão da raiz primária no último dia de contagem, o que não é desejável. Entretanto, frequência de germinação mais uniforme foi observada na interação entre o substrato vermiculita e a temperatura de 25 °C.

#### 4 CONCLUSÕES

As sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* possuem bastante variação quanto às medidas biométricas.

A absorção de água pelas sementes de leiteiro apresenta um padrão trifásico, com a protrusão da raiz primária em torno de  $55\pm 1\%$  de teor de umidade.

O método de embebição em béquer promoveu a morte das sementes, sendo recomendado o rolo de papel como método para a avaliação de absorção de água para a espécie.

Recomenda-se o uso de temperatura entre 25 e 30 °C, em conjunto com os substratos areia, vermiculita, fibra de coco e substrato comercial HS-Florestal<sup>®</sup> para os testes de germinação da espécie.

Temperatura de 35 °C é letal para a formação das plântulas de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, não sendo recomendada para o teste de germinação da espécie.

O uso de papel como substrato não é recomendado para o teste de germinação de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*.

## 5 REFERÊNCIAS

- ALVES, L. L.; OLIVEIRA, P. V. A.; FRANÇA, S. C.; ALVES, P. L. C.; PEREIRA, P. S. Atividade alelopática de extratos aquosos de plantas medicinais na germinação de *Lactuca sativa* L. e *Bidens pilosa* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 3, p. 328-336, 2011.
- ANDRADE, L. A. de; BRUNO, R. de L. A.; OLIVEIRA, L. S. B. de; SILVA, H. T. F. da. Aspectos biométricos de frutos e sementes, grau de umidade e superação de dormência de jatobá. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 293-299, 2010.
- BARRETO, S. S. B.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de Leguminosae Mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) MORONG. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 223-232, 2011.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination**. New York: Academic Press, 2001. 666 p.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária. Coordenação Geral de Apoio Laboratorial, 2013. 97 p.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Coordenação de Laboratório Vegetal. Departamento Nacional de Defesa Vegetal, 2009. 399 p.
- BRASILEIRO, B. G.; BHERING, M. C.; VIDIGAL, D. S.; CASALI, V. W. D. Caracterização morfológica e germinação de sementes de jalapa (*Operculina macrocarpa* (L.) Urb.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 78-86, 2009.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed., Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.
- CUNHA-SILVA, G. R.; RODRIGUES, C. M.; MRANDA, S. do C. Dados biométricos de frutos e sementes de *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Y. T. Lee & Langenh e *H. martiana* Hayne. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 25, n. 3, p. 121-127, 2012.
- DANTAS, B. F.; SOARES, F. S. de J.; LUCIO, A. A.; ARAGÃO, C. A. Alterações bioquímicas durante a embebição de sementes de baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 214-219, 2008.
- DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A. A. de; ARANTES, L. de O.; OLIVERA, D. M. de; NERY, F. C. Germinação de sementes de tanchagem (*Plantago tomentosa* Lam.): influência da temperatura, luz e substrato. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 438-443, mar./abr., 2008.

DRESCH, D. M.; SCALON, S. de P. Q.; MASETTO, T. E.; VIEIRA, M. do C. Germinação e vigor de sementes de gabioba em função do tamanho do fruto e semente. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 3, p. 262-271, 2013.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. Experimental designs: um pacote r para análise de experimentos. **Revista da Estatística da Universidade Federal de Ouro Preto**, Ouro Preto, v. 1, n. 1, p.1-9, 2011.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Ed.) **Sementes florestais tropicais**, Brasília: ABRATES, 1993. p. 137-174.

FREIRE, J. M.; ROUWS, J. R. C.; TEIXEIRA, R. de O. Influência do substrato no vigor de sementes de leiteira (*Tabernaemontana laeta* Mart.) em condições de laboratório. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Seropédica: Embrapa Agrobiologia. n. 78, 2011. 20 p.

GAMA, J. S. N.; MONTE, D. M. de O.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. de L. A.; BRAGA-JÚNIOR, J. M. Temperaturas e substratos para germinação e vigor de sementes de *Euteppe oleracea* Mart. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 664-670, out./dez., 2010.

GODOI, S.; TAKAKI, M. Efeito da temperatura e a participação do fitocromo no controle da germinação de sementes de embaúba. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 87-90, 2005.

GONÇALVES, D. M.; ARAÚJO, J. H. B.; FRANCISCO, M. S.; COELHO, M. A.; FRANCO, J. M. Avaliação da atividade antimicrobiana *in vitro* do extrato de *Tabernaemontana catharinensis* A. DC. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, Botucatu, v. 13, n. 2, p. 197-202, 2011.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U. Substratos e temperaturas para o teste de germinação de sementes de *Chorisia glaziovii* (O. Kuntze). **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 525-531, 2011.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; COLARES, P. N. Q.; MEDEIROS, M. S. de; VIANA, J. S. Germinação e vigor de sementes de *Myracroduon urundeuva* Allemão em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 975-982, 2011.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2012. 431 p.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF Brasileira, 1992. 789 p.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: OEA, 1983. 174 p.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006. 531 p.

LIMA-JUNIOR, M. J. V. **Manual de procedimentos para análise de sementes florestais**. Manaus: UFAM, 2010. 146 p.

LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T.; CORRÊA, N. B.; SILVA, D. P. da. Germinação de sementes de embiruçu (*Pseudobombax grandiflorum* (Cav.) A. Robyns) em diferentes estádios de maturação e substratos. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 2, p. 331-337, abr./jun., 2008.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, v. 1. 6 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014. 384 p.

MACEDO, M. C. de; SCALON, S. de P. Q.; SARI, A. P.; SCALON-FILHO, H.; ROSA, Y. B. C. J.; ROBAINA, A. D. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Magonia pubescens* St. Hil (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 202-211, 2009.

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

MANTOAN, P.; SOUZA-LEAL, T.; PESSA, H.; MARTELINE, M. A.; MORAES, C. P. Escarificação mecânica e química na superação de dormência de *Adenanthera pavonina* L. (Fabaceae: Mimosoideae). **Scientia Plena**, Aracaju, v. 8, n. 5, p. 1-8, 2012.

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

MARTINS, C. C.; MARTINS, D.; NEGRISOLI, E.; STANGUERLIM, H. Comportamento germinativo de sementes de leiteiro (*Peschiera fuchsiaefolia*): efeito da temperatura e luz. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 18, n. 1, p. 85-91, 2000.

MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; CAVASINI, R. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de pinhão-manso. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 863-868, mai./jun., 2008.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Temperaturas cardinais para a germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 115-122, 2009.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: UNEP, 1999. p. 1-24.

OLIVEIRA, A. B.; MEDEIROS-FILHO, S.; BEZERRA, M. E.; BRUNO, R. de L. A. Emergência de plântulas de *Copernicia hospita* Martius em função do tamanho da semente, do substrato e ambiente. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 281-287, 2009.

OLIVEIRA, A. B. de; BOSCO, M. R. de O. Biometria, determinação da curva de absorção de água em sementes e emergência de plântulas de *Copernicia hospita* Martius. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, Pombal, v. 8, n. 1, p. 66-74, 2013.

OLIVEIRA, S. S. C. de; ARAUJO-NETO, J. C. de; CRUZ, S. J. S.; FERREIRA, V. M. Caracterização morfológica de sementes e plântulas e germinação de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 643-653, 2012.

PEREIRA, M. O.; SOUZA-LEAL, T.; LAGAZZI, G.; MORAES, C. P. Avaliação de métodos de escarificação na superação de dormência de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (Fabaceae: Caesalpinoideae). **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v. 4, n. 1, p. 119-129, 2011.

R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2014. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>.

RIBEIRO-JUNIOR, J. I. **Análises estatísticas no Excel: guia prático**. Viçosa: UFV, 2011. 251 p.

RODRIGUES, A. C. da C.; OSUNA, J. T. A.; QUEIROZ, S. R. de O. D.; RIOS, A. P. S. Biometria de frutos e sementes e grau de umidade de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altschul) procedentes de duas áreas distintas. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v. 4, n.8, p. 1-15, 2006.

SANGALLI, A.; VIEIRA, M. C.; SCALON, S. P. Q.; ZÁRATE, N. A. H.; SILVA, C. B.; RIBEIRO, I. S. Morfometria de frutos e sementes e germinação de carobinha (*Jacaranda decurrens* subsp. *symmetrifoliolata* Farias & Proença), após o armazenamento. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, n. 2, p. 267-275, 2012.

SANTANA, S. H.; TORRES, S. B.; BENEDITO, C. P. Biometria de frutos e sementes e germinação de melão-de-são-caetano. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 15, n. 2, p. 169-175, 2013.

SANTOS, C. S. dos. **Quiropteroфаuna da Reserva Ecológica do Guapiaçu, Cachoeiras de Macau, RJ: considerações sobre a composição e a diversidade e comparações com comunidades de morcegos de outras áreas de Mata Atlântica no Sudeste do Brasil**. 2013. 38 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

SANTOS, S. de O.; GALLO, R.; RONDON-NETO, R. M. Biometria de diásporos de perobamica (*Aspidosperma desmanthum* Muell. Arg.). **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 467-477, 2013.

SANTOS-NETO, A. L.; MEDEIROS-FILHO, S.; BLANK, A. F.; SANTOS, V. R.; ARAUJO, E. Influência do peso da semente e promotores químicos na qualidade fisiológica de sementes de sambacatiá. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 187-192, 2009.

SILVA-JUNIOR, V. T. da S.; LIMA, J. M. G. M. de; RODRIGUES, C. W. de M. S.; BARBOSA, D. C. de A. *Erythrina velutina* Willd. (Leguminosae-Papilionoideae) ocorrente em caatinga e brejo de altitude de Pernambuco: biometria, embebição e germinação. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 247-257, 2012.

SOUZA, F. B. C. **Morfologia de frutos, sementes e plântulas, e qualidade fisiológica de sementes de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms.** 2013. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, 2013.

SOUZA, F. B. C.; MENGARDA, L. H. G.; SPADETO, C.; LOPES, J. C. Substratos e temperaturas na germinação de sementes de gonçalo-alves (*Astronium concinnum* Schott). **Revista Tropica: ciências agrárias e biológicas**, Maranhão, v. 6, n. 3, p. 76-86, 2012.

SUFFREDINI, I. B.; BACHI, E. M.; SAKUDA, T. M. K.; OHARA, M. T.; YOUNES, R. N.; VARELLA, A. D. Antibacterial activity of Apocynaceae extracts and MIC of *Tabernaemontana angulata* stem organic extract. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 38, n. 1, jan./mar., 2002.

WINN, A. A. Proximate and ultimate sources of within individual variation in seed mass in *Prunella vulgaris* (Lamiaceae). **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 78, n. 6, p. 838-844, 1991.

## **CAPÍTULO II**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A.  
DC. EM FUNÇÃO DO TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC. EM FUNÇÃO DO TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO**

**RESUMO**

*Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC., é uma espécie da família Apocynaceae, nativa do Brasil, com característica invasora, possuindo potencial para uso em recuperação de áreas degradadas. O trabalho teve o objetivo de avaliar a influência dos métodos de envelhecimento acelerado sobre a qualidade fisiológica e germinação de sementes, utilizando-se o método tradicional e em solução de NaCl, empregando-se a metodologia de gerbox, formando mini-câmaras de envelhecimento, em três temperaturas (41, 43 e 45 °C) e cinco tempos de envelhecimento (0, 24, 48, 72 e 96 horas). As sementes, após o envelhecimento, foram colocadas para germinar em rolos de papel germitest, em quatro repetições de 25 sementes, em câmaras BOD a temperatura de 30 °C, com fotoperíodo de 8 horas. O efeito da temperatura foi comparado pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, e o efeito do tempo de envelhecimento, pela análise de regressão. Após 35 dias, foram avaliados o percentual, índice de velocidade, tempo médio e frequência da germinação, bem como comprimento de raiz e parte aérea, massa seca de plântulas e percentual de plântulas normais. Observou-se que o método alternativo de envelhecimento com solução de NaCl teve pouca influência na qualidade das sementes, não sendo indicado para testes de vigor para a espécie. O método tradicional, na temperatura de 45 °C em período de envelhecimento de 96 horas, promoveu queda na germinação e pode ser utilizado para testar o vigor de sementes de leiteiro.

**Palavras-chave:** leiteiro; vigor; qualidade fisiológica; semente florestal.

**PHYSIOLOGICAL QUALITY OF *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC. SEEDS DUE TO THE ACCELERATED AGING TEST**

**ABSTRACT**

*Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC. is a species of the Apocynaceae family, native of Brazil, with aggressive characteristic, having potential for use in restoration of degraded areas. The work aimed to evaluate the influence of methods of accelerated aging on the physiological quality and germination of seeds, using the traditional method and in NaCl solution, employing the methodology of gerbox, forming mini-chambers of aging at three temperatures (41, 43 and 45 °C) and five aging times (0, 24, 48, 72 and 96 hours). The seeds, after aging, were germinated in rolls of germitest paper, in four replicates of 25 seeds, in BOD chambers at 30 °C with a photoperiod of 8 hours. The effect of temperature was evaluated by Tukey test, at 5% probability, while the effect of aging time by regression analysis. After 35 days, we assessed the percentage, germination speed index, mean time and frequency of germination; root length and aerial part length, dry matter of seedlings and percentage of normal seedlings. It was observed that the alternative method of aging with a NaCl solution have a little influence in seed quality, may not be suitable for testing the seed vigor of that specie. The traditional method, in the temperature of 45 °C in 96 hours of aging period provided decrease in germination and can be used to test the seed vigor.

**Keywords:** leiteiro; vigor; physiological quality; forest seed.

## 1 INTRODUÇÃO

Popularmente conhecida como leiteira ou leiteiro, *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC., pertencente à família Apocynaceae, é uma espécie de grande distribuição no território nacional, abrangendo os estados da região Sudeste, além de Bahia e Mato Grosso do Sul (OLIVEIRA-FILHO et al., 2008). Com grande capacidade invasora, possui potencial uso em programas de recuperação de áreas degradadas, devido à intensa regeneração espontânea em formações vegetais abertas (LORENZI, 2014). Além desse grande potencial, estudos de espécies do gênero estão sendo realizados, devido às suas propriedades medicinais, antimicrobianas e bactericidas (SUFFREDINI et al., 2002; GONÇALVES et al., 2011).

Para avaliação da qualidade fisiológica de sementes utilizam-se testes de germinação e vigor. Destes, o teste de envelhecimento acelerado é um dos métodos mais sensíveis e eficientes para a avaliação do vigor, em diversas espécies (MARCOS-FILHO, 2005). É um método indireto de avaliação, que simula condições de estresse, gerando alta taxa de respiração e consumo das reservas, acelerando os processos metabólicos que levam à deterioração. O princípio do teste é submeter as sementes a altas temperaturas, em condições de umidade relativa alta, por períodos variáveis, em seguida submetendo-as ao teste de germinação (DELOUCHE e BASKIN, 1973; PIÑA-RODRIGUES et al., 2004).

A avaliação de vigor permite detectar possíveis diferenças na qualidade fisiológica de lotes de sementes que apresentem capacidade germinativa similar, porém podendo apresentar comportamento diferente em condições de campo ou ao longo do armazenamento (FLÁVIO e PAULA, 2010). De modo geral as sementes mais vigorosas possuem capacidade de produzir plântulas normais, apresentando germinação mais rápida e elevada após serem submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, ao contrário daquelas com baixo vigor, que demonstram baixa viabilidade (GARCIA et al., 2004).

No caso de espécies florestais, o envelhecimento acelerado foi empregado em sementes de *Anadenanthera colubrina* (GARCIA et al., 2004), *Caesalpinia peltophoroides* (PONTES et al., 2006), *Sebastiania commersoniana* (SANTOS e PAULA, 2007), *Anadenanthera peregrina* (PINHO et al., 2010), *Myracrodruon urundeuva* (CALDEIRA e PEREZ, 2010), *Melanoxylon brauna* (CORTE et al., 2010), *Schinus terebinthifolius* (PACHECO et al., 2011), e *Handroanthus albus* (SHIBATA et al., 2012). No entanto, de modo geral, ainda é pequeno o

número de trabalhos utilizando testes de envelhecimento acelerado para avaliação de vigor em sementes de espécies florestais nativas.

Objetivou-se com este estudo avaliar a influência dos métodos de envelhecimento acelerado, convencional e com solução salina, sobre a qualidade fisiológica e germinação de sementes de leiteira.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES) em Alegre-ES, em duas etapas, de acordo com a metodologia empregada para o envelhecimento acelerado, segundo o método tradicional e utilizando solução salina.

O método tradicional de envelhecimento acelerado das sementes foi conduzido de acordo com a metodologia proposta por Delouche e Baskin (1973), adaptada por Marcos Filho (1999), acondicionando-se as sementes em caixas de plástico tipo gerbox, formando mini-câmaras úmidas, contendo em seu interior uma tela metálica acoplada e uma tela de nylon sobreposta para dar suporte às sementes. Dentro das caixas foram colocados 40 mL de água destilada, sendo por fim tampadas e mantidas no interior de câmaras de envelhecimento, às temperaturas de 41, 43 e 45 °C, por um período de 0, 24, 48, 72 e 96 horas.

De maneira similar, foi realizado o teste alternativo de envelhecimento, utilizando-se ao invés de água destilada, uma solução salina no interior das câmaras úmidas, composta de cloreto de sódio, na proporção de 40 g de NaCl para 100 mL de água destilada, ajustando a umidade relativa para 76%, conforme metodologia proposta por Jianhua e McDonald (1996).

Em ambos os testes, foram colocadas 130 sementes por câmara, sendo cada câmara considerada um tratamento (temperatura e tempo de envelhecimento). Decorrido cada período de envelhecimento, foram separadas duas repetições de 15 sementes para a avaliação quanto ao teor de água (%), pelo método de estufa a  $105 \pm 3$  °C por 24 horas (BRASIL, 2009). As sementes foram tratadas com solução de hipoclorito de sódio (NaClO) a 2,5% por 5 minutos (BRASIL, 2013) e colocadas para germinar em rolo de papel germitest, umedecido com água destilada, mantidas em câmaras de incubação tipo BOD, em temperatura de 30 °C, com fotoperíodo de oito horas.

As observações foram realizadas diariamente, após a instalação do teste, para avaliação do índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) e frequência relativa de germinação (Fr).

O índice de velocidade de germinação foi calculado de acordo com Maguire (1962), utilizando-se a fórmula:

$$IVG = \sum_{i=1}^n \left( \frac{N_i}{D_i} \right) \quad (1)$$

Em que:

IVG = índice de velocidade de germinação;

$N_1, N_2 \dots N_i$  = número de sementes germinadas na primeira contagem, segunda contagem ... i-ésima contagem, respectivamente;

$D_1, D_2 \dots D_i$  = número de dias na primeira contagem, segunda contagem ... i-ésima contagem, respectivamente.

O tempo médio de germinação foi calculado pela equação proposta por Labouriau (1983):

$$TMG = \frac{\sum_{i=1}^k n_i t_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad (2)$$

Em que:

TMG = tempo médio de germinação;

k = último tempo de germinação das sementes;

$n_i$  = número de sementes germinadas no tempo  $t_i$  (não o número acumulado, mas aquele referido para a i-ésima observação);

$t_i$  = tempo entre o início do experimento e a i-ésima observação (em dias).

A frequência relativa da germinação foi calculada a partir dos dados de germinação diária, em função do tempo (LABOURIAU e VALADARES, 1976), pela fórmula:

$$Fr = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad (3)$$

Em que:

k = último tempo de germinação das sementes

$n_i$  = número de sementes germinadas no tempo  $t_i$  (não o número acumulado, mas aquele referido para a  $i$ -ésima observação).

Após 35 dias da semeadura foi calculado o percentual de germinação (G - %), com base na protrusão da raiz primária, as plântulas normais (PN - %) foram quantificadas e avaliadas quanto ao comprimento da parte aérea (CPA) e da raiz (CR), e massa seca das plântulas (MSP). Para obtenção da massa seca, as plântulas foram colocadas em sacos de papel tipo *kraft* e submetidas à secagem em estufa de circulação de ar forçada, com temperatura ajustada para 70 °C, durante 72 horas, e posteriormente pesadas em balança analítica (0,0001 g) e os resultados expressos em g plântula<sup>-1</sup>.

O teste de envelhecimento acelerado, convencional e com solução salina, foi conduzido em parcelas subdivididas, em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo as temperaturas consideradas as parcelas e os tempos de permanência nas câmaras de envelhecimento as subparcelas, sendo três temperaturas e cinco tempos de permanência nas câmaras, para cada metodologia de envelhecimento. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para os testes de germinação pós-envelhecimento.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de resíduos e à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Os dados de tempo médio de germinação, por não apresentarem uma distribuição normal, foram submetidos a transformação logarítmica (logaritmo natural). Para o efeito do tempo de envelhecimento os dados foram submetidos à análise de regressão e, para o ajuste das equações ( $\hat{Y}=\text{...}$ ), foi utilizado como critério a significância dos betas ( $p < 0,05$ ) e, posteriormente, o maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Foi utilizado o programa estatístico R (R CORE TEAM, 2013) para a realização das análises, empregando-se o pacote ExpDes (FERREIRA et al., 2011).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água das sementes, para cada tempo de envelhecimento (convencional e com solução salina), evidencia que houve um aumento na umidade das sementes pelo método convencional, enquanto o método de envelhecimento em solução salina provocou leve queda no teor de água, mantendo-se por todos os períodos de envelhecimento com pouca alteração (Tabela 1). Dessa forma é possível verificar que a utilização de solução de NaCl não apenas proporcionou a redução na absorção de água pelas sementes, conforme proposto por Jianhua e McDonald (1996) com o método de envelhecimento usando a solução salina, como também reduziu o teor de água inicial das sementes. Fato que pode ser atribuído à diferença de potencial osmótico entre a solução e a semente, o que pode exercer efeito negativo na germinação. O teor de água inicial das sementes respeitou o sugerido por Marcos Filho (1999), que recomenda que as sementes apresentem 11 a 13% de água ao serem submetidas ao teste, pois esses limites incluem os graus de umidade predominantes durante o processamento e armazenamento de sementes, facilitando a comparação entre resultados com outros testes.

TABELA 1: Teor de água (%) das sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, submetidas ao teste de envelhecimento acelerado convencional (EA) e envelhecimento em solução salina (EASS), a 41, 43 e 45 °C, por 0, 24, 48, 72 e 96 horas. Alegre-ES, 2014

TABLE 1: Water content (%) of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seeds, subjected to conventional accelerated aging test (EA) and aging in saline solution (EASS) at 41, 43 and 45 °C, for 0, 24, 48, 72 and 96 hours. Alegre-ES, 2014

Tempo (h)	EA			EASS		
	Temperatura (°C)					
	41	43	45	41	43	45
0	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7
24	19,3	20,5	14,7	8,6	8,3	8,2
48	23,2	25,1	23,2	8,5	8,3	8,1
72	27,2	26,8	25,6	8,6	8,2	8,0
96	25,1	28,0	25,2	8,6	8,0	7,7

A redução no teor de água das sementes restringiu o ataque de fungos, que foi verificado com maior incidência nos tratamentos de envelhecimento tradicional. Isso é ocasionado pela restrição hídrica da umidade relativa do ambiente, que não favorece a proliferação de microrganismos (TORRES e BEZERRA-NETO, 2009), sendo uma das vantagens da utilização do método de envelhecimento acelerado com solução de NaCl em comparação ao

método tradicional. Garcia et al. (2004) e Caldeira e Perez (2010) citam a incidência de fungos como um problema encontrado no envelhecimento acelerado, que foi observado em sementes de *Anadenanthera colubrina* e *Myracrodruon urundeuva*.

O desdobramento da interação entre as três temperaturas e os cinco tempos de permanência nas câmaras de envelhecimento demonstra que houve diferença significativa entre a maioria das características avaliadas, como a porcentagem, índice de velocidade e tempo médio de germinação (Tabela 2), especialmente para o método convencional de envelhecimento.

TABELA 2: Germinação (%), índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação das sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, submetidas ao teste de envelhecimento acelerado convencional (EA) e envelhecimento em solução salina (EASS), a 41, 43 e 45 °C, por 0, 24, 48, 72 e 96 horas. Alegre-ES, 2014

TABLE 2: Germination (%), germination speed index and mean germination time of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seeds, subjected to conventional accelerated aging test (EA) and aging in saline solution (EASS) at 41, 43 and 45 °C, for 0, 24, 48, 72 and 96 hours. Alegre-ES, 2014

		EA					Equação	R <sup>2</sup>
T (°C)	Tempo (h)	0	24	48	72	96		
G	41	57 a	63 a	57 a	56 a	54 a	-	-
	43	57 a	60 a	59 a	63 a	50 a	-	-
	45	57 a	62 a	57 a	67 a	21 b	$\hat{Y} = 53,771 + 0,757x - 0,011x^2$	0,74
IVG	41	1,6233 a	1,4183 a	1,4600 a	1,3860 b	1,4086 a	-	-
	43	1,6233 a	1,6423 a	1,6936 a	1,7689 a	13814 a	-	-
	45	1,6233 a	1,9624 a	1,7222 a	1,9694 a	0,5565 b	$\hat{Y} = 1,561 + 0,027x - 0,0004x^2$	0,81
TMG	41	9,25 a	12,50 c	10,25 a	10,75 b	9,75 a	$\hat{Y} = 2,274 + 0,006x - 0,0001x^2$	0,41
	43	9,25 a	10,25 b	9,75 a	9,50 ab	10,00 a	-	-
	45	9,25 a	8,25 a	9,00 a	8,75 a	10,75 a	$\hat{Y} = 2,216 - 0,005x + 0,0001x^2$	0,83
		EASS					Equação	R <sup>2</sup>
T (°C)	Tempo (h)	0	24	48	72	96		
G <sup>ns</sup>	41	57	32	51	44	41	-	-
	43	57	51	51	34	37	-	-
	45	57	51	46	39	34	-	-
IVG	41	1,6233 a	0,6701 b	1,1648 a	0,9233 a	0,9207 a	$\hat{Y} = 1,457 - 0,019x + 0,0001x^2$	0,44
	43	1,6233 a	1,2565 a	1,2200 a	0,8031 a	0,7241 a	$\hat{Y} = 1,576 - 0,0094x$	0,94
	45	1,6233 a	1,3548 a	1,2196 a	0,9412 a	0,7227 a	$\hat{Y} = 1,615 - 0,0092x$	0,99
TMG <sup>ns</sup>	41	9,25	14,75	12,00	13,25	12,50	-	-
	43	9,25	11,75	11,50	12,25	15,00	-	-
	45	9,25	10,50	10,25	10,75	12,75	-	-

T = temperatura, G = germinação, IVG = índice de velocidade de germinação, TMG = tempo médio de germinação, ns = não significativo. Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Para o método convencional de envelhecimento, o efeito da temperatura foi significativo para as três características, enquanto que para o método de envelhecimento utilizando-se solução de NaCl, só houve efeito significativo da temperatura para o índice de velocidade de germinação.

No método convencional, a germinação manteve-se com poucas alterações em função da temperatura de envelhecimento, apresentando queda apenas para a temperatura de 45 °C, no tempo de 96 horas de envelhecimento. Resultado similar foi observado por Flávio e Paula (2010) com sementes de *Dictyoloma vandellianu*. Já para o método de envelhecimento em solução de NaCl, por promover pouca absorção de água pela semente, a queda no percentual de germinação das sementes envelhecidas foi reduzido, e o efeito do tratamento não foi significativo para essa característica. Com o aumento da temperatura, assim como um maior tempo de permanência em condições de envelhecimento, a germinação tende a ser afetada negativamente, já que o aumento de temperatura causa maior estresse nas sementes (FLÁVIO e PAULA, 2010).

O envelhecimento causa uma série de reações oxidativas, gerando a peroxidação de lipídios e a peroxidação não enzimática, danificando membranas, ocasionando a perda de reservas e a degradação de metabólitos essenciais para a germinação, promovendo a perda da viabilidade e a deterioração das sementes (RAVIKUMAR et al., 2002; GOEL et al., 2003). Essa queda na germinação foi pouco observada durante a aplicação do teste, e apenas nas condições de envelhecimento tradicional, o que demonstra certa resistência das sementes às condições de estresse ocasionadas pelo teste empregado, sugerindo que talvez a utilização de temperatura mais elevada, ou maior tempo de permanência nas câmaras de envelhecimento possam promover a queda mais acentuada no percentual de germinação e na viabilidade das sementes.

O efeito do tempo de envelhecimento foi significativo apenas na temperatura de 45 °C, para a germinação e IVG e na temperatura de 41 e 45 °C para o TMG, no método convencional, enquanto para o método de envelhecimento com solução salina esse efeito foi significativo apenas para a o IVG, nas três temperaturas.

Para as variáveis, comprimento de raiz, comprimento de parte aérea e massa seca de plântulas, o efeito dos tratamentos foi similar para os dois métodos de envelhecimento (Tabela 3). Para

o comprimento de raiz, houve interação entre os tempos e temperaturas empregados, sendo possível observar que a temperatura de 45 °C promoveu maior crescimento de raiz, tanto no método tradicional quanto em solução salina. Para o comprimento de parte aérea, em ambos os métodos, o efeito dos tratamentos não foi significativo.

TABELA 3: Comprimento de raiz e de parte aérea (cm) e massa seca (g plântula<sup>-1</sup>) de plântulas de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, provenientes de sementes submetidas ao teste de envelhecimento acelerado convencional (EA) e envelhecimento em solução salina (EASS), a 41, 43 e 45 °C, por 0, 24, 48, 72 e 96 horas. Alegre-ES, 2014

TABLE 3: Root and aerial part length (cm) and dry matter (g seedling<sup>-1</sup>) of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seedlings, of seeds subjected to conventional accelerated aging test (EA) and aging in saline solution (EASS) at 41, 43 and 45 °C, for 0, 24, 48, 72 and 96 hours. Alegre-ES, 2014

		EA						
	T (°C)	Tempo (h)					Equação	R <sup>2</sup>
		0	24	48	72	96		
CR	41	5,4 a	2,9 a	3,1 a	2,8 b	2,3 b	$\hat{Y} = 5,025 - 0,068x + 0,0004x^2$	0,84
	43	5,4 a	3,7 a	3,8 ab	3,7 ab	3,5 a	$\hat{Y} = 5,124 - 0,047x + 0,0003x^2$	0,81
	45	5,4 a	5,3 a	4,6 a	4,4 a	3,9 a	$\hat{Y} = 5,475 - 0,0160x$	0,95
CPA <sub>ns</sub>	41	5,1	4,3	4,5	4,5	4,2	-	-
	43	5,1	5,0	4,8	4,7	4,5	-	-
	45	5,1	5,1	5,1	5,0	4,5	-	-
MSP	41	0,0234 a	0,0300 a	0,0245 a	0,0290 a	0,0265 a	-	-
	43	0,0234 a	0,0235 b	0,0227 a	0,0235 b	0,0216 b	-	-
	45	0,0234 a	0,0219 b	0,0223 a	0,0205 b	0,0208 b	-	-
		EASS						
	T (°C)	Tempo (h)					Equação	R <sup>2</sup>
		0	24	48	72	96		
CR	41	5,4 a	3,2 b	3,1 b	2,7 b	3,5 ab	$\hat{Y} = 5,210 - 0,084x + 0,0007x^2$	0,93
	43	5,4 a	3,3 b	3,6 b	2,4 b	2,9 b	$\hat{Y} = 4,665 - 0,0244x$	0,68
	45	5,4 a	4,7 a	4,9 a	4,7 a	4,1 a	$\hat{Y} = 5,255 - 0,0103x$	0,75
CPA <sub>ns</sub>	41	5,1	4,3	4,1	4,0	4,3	-	-
	43	5,1	5,1	5,0	4,5	4,7	-	-
	45	5,1	5,6	5,3	5,3	4,7	-	-
MSP	41	0,0234 a	0,0318 a	0,0308 a	0,0275 ab	0,0317 a	-	-
	43	0,0234 a	0,0248 b	0,0275 ab	0,0296 a	0,0248 b	-	-
	45	0,0234 a	0,0232 b	0,0241 b	0,0233 b	0,0244 b	-	-

T = temperatura, CR = comprimento de raiz, CPA = comprimento de parte aérea, MSP = massa seca de plântula, ns = não significativo. Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Para a massa seca de plântulas, houve efeito da temperatura de envelhecimento sobre a qualidade fisiológica das sementes, já que a massa seca é uma variável que quantifica o vigor das sementes sendo aquelas plântulas que apresentam maior massa seca consideradas com

maior vigor (GAMA et al., 2010). Dessa forma, é possível constatar que houve redução no vigor conforme foi aumentada a temperatura e tempo de envelhecimento, sendo a temperatura de 41° C aquela na qual as plântulas apresentaram maior massa seca.

A interação entre as temperaturas e os tempos de envelhecimento não foi significativa para a porcentagem de plântulas normais em todos os tratamentos (Tabela 4). Isso sugere que não ocorreu efeito direto das temperaturas nem dos períodos de envelhecimento na formação das plântulas normais para a leiteira, diferentemente do comumente observado para os testes de envelhecimento, nos quais um maior tempo de envelhecimento ocasiona a formação de maior percentual de plântulas anormais, conforme observado por Garcia et al. (2004) com sementes envelhecidas de *Anadenanthera colubrina*, Caldeira e Perez (2010) com sementes de *Myracrodruon urundeuva* e Pinho et al. (2010), com sementes de *Anadenanthera peregrina*.

TABELA 4: Porcentagem de plântulas normais de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, provenientes de sementes submetidas ao teste de envelhecimento acelerado convencional (EA) e envelhecimento em solução salina (EASS), a 41, 43 e 45 °C, por 0, 24, 48, 72 e 96 horas. Alegre-ES, 2014

TABLE 4: Percentage of normal seedlings of *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, of seeds subjected to conventional accelerated aging test (EA) and aging in saline solution (EASS) at 41, 43 and 45 °C, for 0, 24, 48, 72 and 96 hours. Alegre-ES, 2014

Tempo (h)	EA <sup>ns</sup>			EASS <sup>ns</sup>		
	Temperatura (°C)					
	41	43	45	41	43	45
0	90	90	90	90	90	90
24	87	83	80	82	83	81
48	67	70	91	92	76	88
72	67	76	85	83	90	84
96	61	69	54	93	75	80

ns = não significativo.

A germinação das sementes submetidas aos tratamentos de envelhecimento acelerado pode ser analisada quanto à sua distribuição no tempo por meio da frequência relativa de germinação (Figuras 1, 2 e 3). Sem o envelhecimento (0 horas) há uma concentração da germinação entre o quinto e o décimo quinto dias após a semeadura, enquanto a partir da aplicação dos tratamentos essa distribuição é alterada.

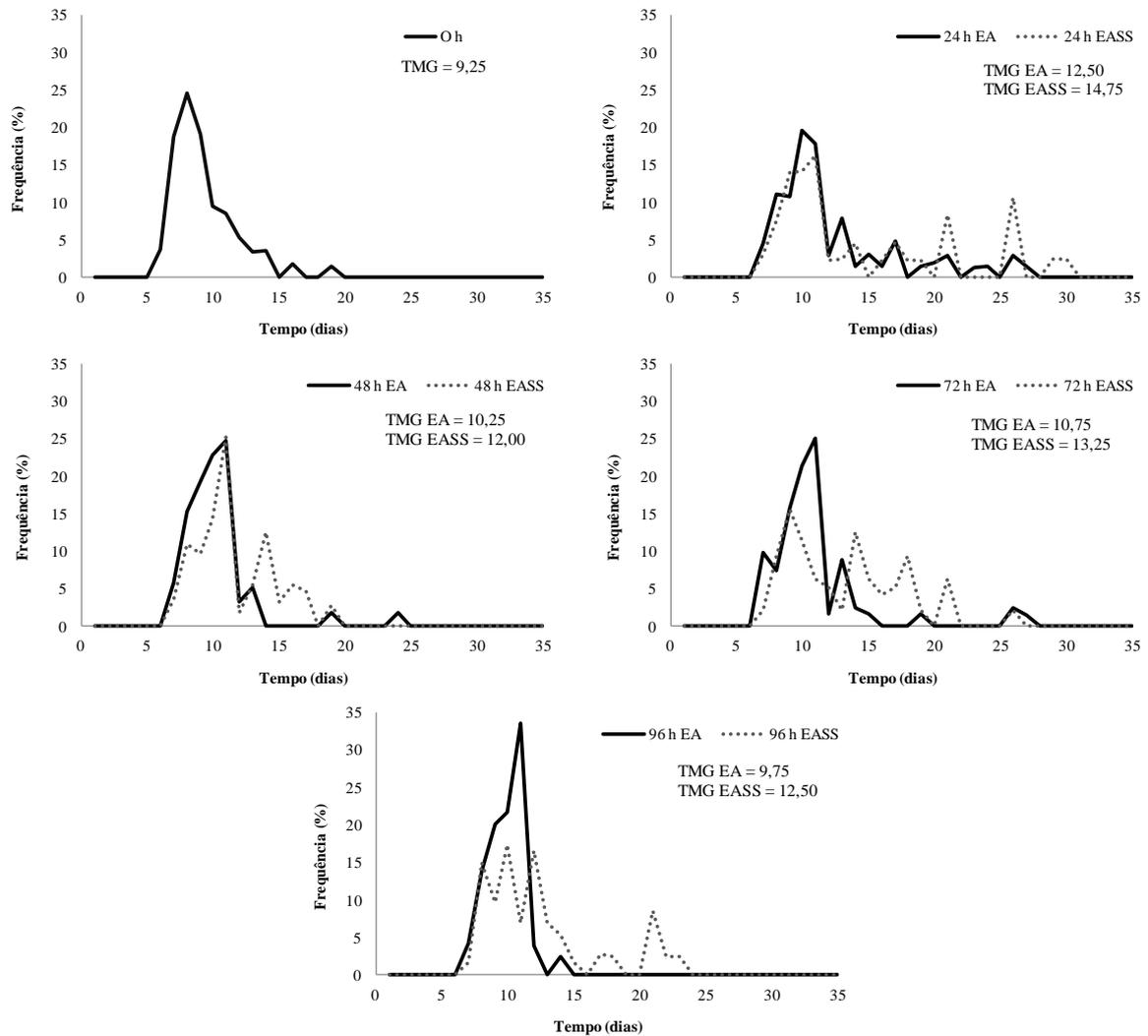


FIGURA 1: Frequência relativa de germinação (%) de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, submetidas ao teste de envelhecimento acelerado convencional (EA) e envelhecimento em solução salina (EASS), a 41 °C, por 0, 24, 48, 72 e 96 horas. Alegre, ES-2014. TMG = tempo médio de germinação.

FIGURE 1: Relative frequency of germination (%) of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seeds, subjected to conventional accelerated aging test (EA) and aging in saline solution (EASS) at 41 °C, for 0, 24, 48, 72 and 96 hours. Alegre-ES, 2014. TMG = mean germination time.

A germinação foi distribuída de forma desuniforme, apresentando mais de um pico, caracterizando um comportamento polimodal. Essa desuniformidade da germinação pode ser uma estratégia de ocupação da espécie, pois permite a emergência em tempos diferentes, diminuindo a competição entre as plântulas, submetendo-se a condições ambientais diferenciadas e reduzindo a herbivoria (MATHEUS e LOPES, 2009). Essa distribuição polimodal, com presença de vários picos de germinação ao longo do período em que o teste foi realizado, foi observada em menor proporção antes do envelhecimento (0 horas) porém

sugere tratar-se de uma característica da espécie, já que pode ser observada em todos os tratamentos.

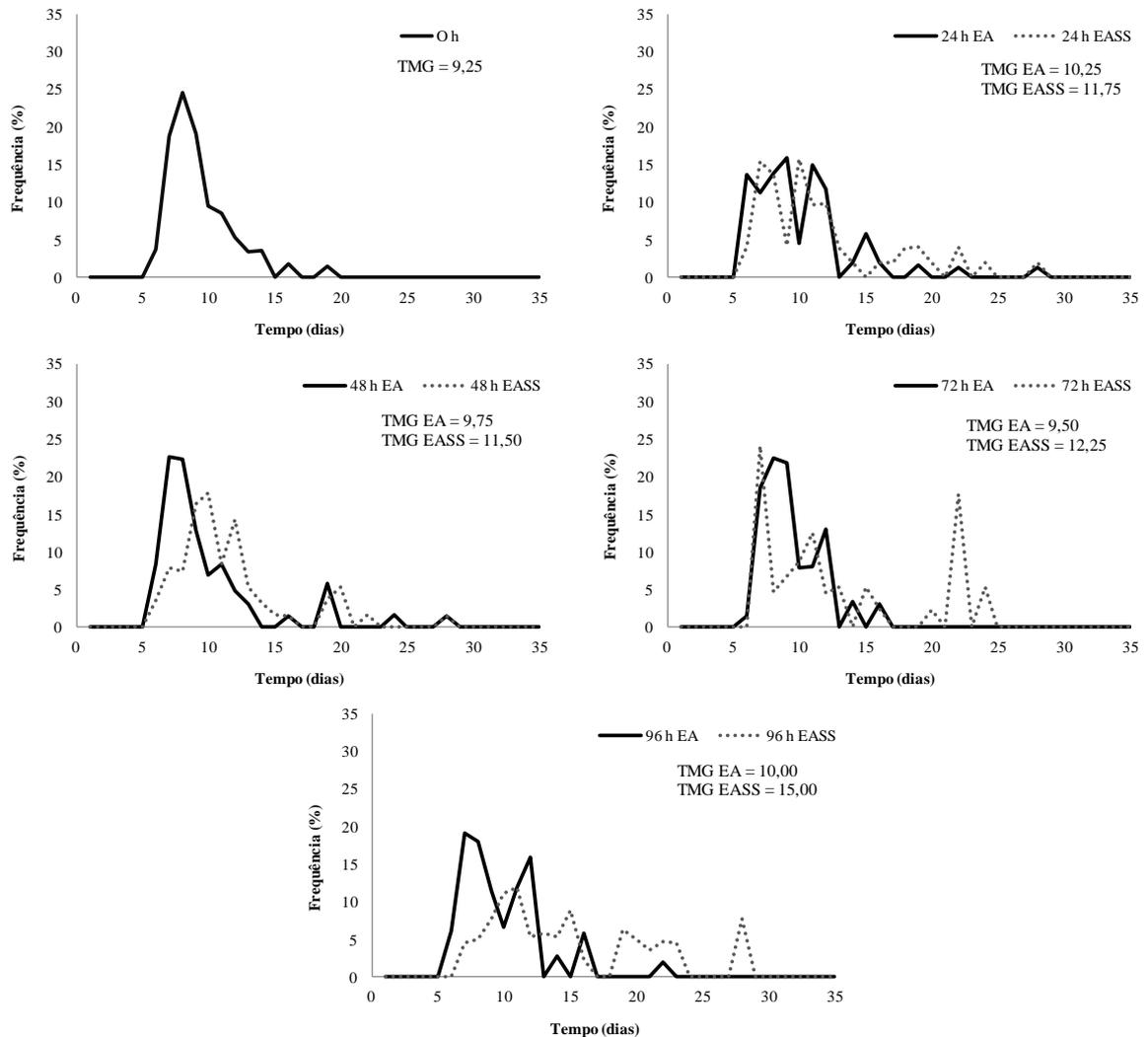


FIGURA 2: Frequência relativa de germinação (%) de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, submetidas ao teste de envelhecimento acelerado convencional (EA) e envelhecimento em solução salina (EASS), a 43 °C, por 0, 24, 48, 72 e 96 horas. Alegre-ES, 2014. TMG = tempo médio de germinação.

FIGURE 2: Relative frequency of germination (%) of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seeds, subjected to conventional accelerated aging test (EA) and aging in saline solution (EASS) at 43 °C, for 0, 24, 48, 72 and 96 hours. Alegre-ES, 2014. TMG = mean germination time.

A variedade na distribuição da germinação observada, em ambos os testes demonstra que há indícios de desuniformidade morfofisiológica nas sementes, o que gerou a assincronia da germinação. O mesmo foi observado por Dorneles et al. (2013), analisando a frequência de germinação e emergência de *Anadenanthera colubrina*.

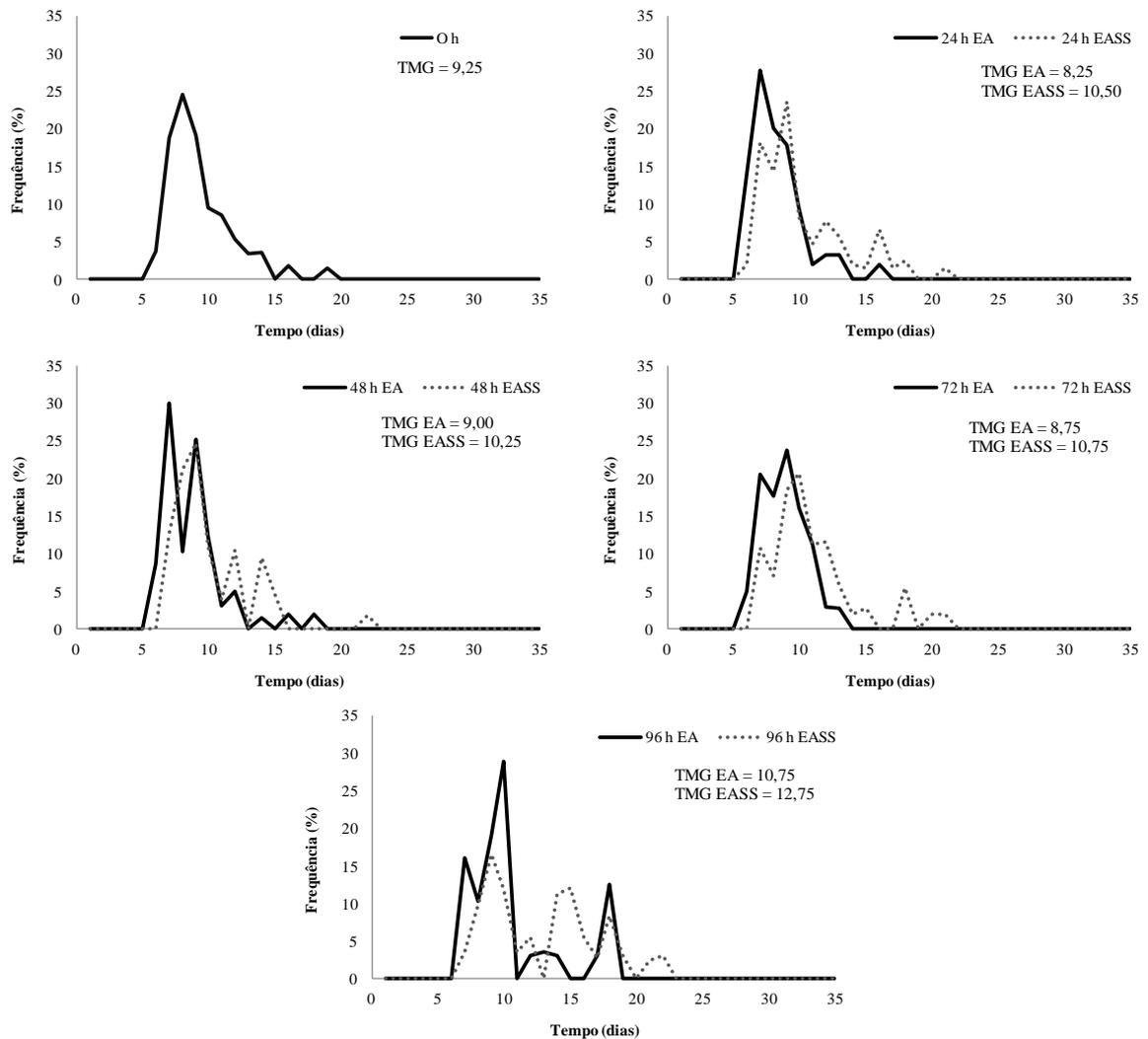


FIGURA 3: Frequência relativa de germinação (%) de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, submetidas ao teste de envelhecimento acelerado convencional (EA) e envelhecimento em solução salina (EASS), a 45 °C, por 0, 24, 48, 72 e 96 horas. Alegre, ES-2014. TMG = tempo médio de germinação.

FIGURE 3: Relative frequency of germination (%) of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seeds, subjected to conventional accelerated aging test (EA) and aging in saline solution (EASS) at 45 °C, for 0, 24, 48, 72 and 96 hours. Alegre-ES, 2014. TMG = mean germination time.

Com a aplicação do teste houve uma distribuição acentuadamente mais dispersa da germinação ao longo do tempo, mesmo quando o tempo médio da germinação não apresentou variação, o que mostra que apesar do TMG não diferir para o método com solução de NaCl, houve alteração na distribuição da germinação aparentemente ocasionada pelo envelhecimento acelerado.

A escolha do método de envelhecimento acelerado para uma espécie deve levar em consideração a temperatura e o tempo de envelhecimento que consigam promover queda na germinação e vigor, sem comprometer drasticamente a viabilidade do lote (FLÁVIO e PAULA, 2010). Para a leiteira, dentro das condições testadas, essa situação foi observada com o uso do método convencional, na temperatura de 45 °C em tempo de envelhecimento de 96 horas. Esse método, com essa temperatura e período de envelhecimento, pode ser utilizado para testar o vigor de lotes de sementes dessa espécie. A temperatura de 45 °C, segundo Caldeira e Perez (2010) tem sido bastante empregada para o envelhecimento de sementes de espécies florestais.

#### 4 CONCLUSÕES

Os métodos de envelhecimento acelerado afetam a qualidade fisiológica das sementes, com decréscimo de potencial germinativo nas maiores temperaturas e tempos.

O método tradicional de envelhecimento é indicado para avaliação do vigor de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC., na temperatura de 45 °C e 96 horas de envelhecimento.

O envelhecimento acelerado com solução salina de NaCl não é eficiente para avaliar o vigor de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC.

## 5 REFERÊNCIAS

- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária. Coordenação Geral de Apoio Laboratorial, 2013. 97 p.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Coordenação de Laboratório Vegetal. Departamento Nacional de Defesa Vegetal, 2009. 399 p.
- CALDEIRA, S. F.; PEREZ, S. C. J. G. de A. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para diásporos de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 215-221, 2010.
- CORTE, V. B.; BORGES, E. E. de L. e; GONÇALVES, J. F. de C.; SILVA, M. S. Alterations in the lipid and soluble sugar content of *Melanoxylon brauna* seeds during natural and accelerated ageing. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 152-162, 2010.
- DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seeds lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 2, p. 427-452, 1973.
- DORNELES, M. C.; RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. de. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altschut, Fabaceae, estabelecida em fragmentos florestais do cerrado, MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 291-304, jul.-set., 2013.
- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. Experimental designs: um pacote r para análise de experimentos. **Revista da Estatística da Universidade Federal de Ouro Preto**, Ouro Preto, v. 1, n. 1, p.1-9, 2011.
- FLAVIO, J. J. P.; PAULA, R. C. de. Testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica em sementes de *Dictyoloma vandellianum* A. Juss. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 391-399, set. 2010.
- GAMA, J. S. N.; MONTE, D. M. de O.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. de L. A.; BRAGA-JÚNIOR, J. M. Temperaturas e substratos para germinação e vigor de sementes de *Euterpe oleracea* Mart. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 664-670, out./dez., 2010.
- GARCIA, L. C.; NOGUEIRA, A. C.; ABREU, D. C. A. Influência do envelhecimento acelerado no vigor de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan - Mimosaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 85-90, 2004.
- GOEL, A.; GOEL, A. K.; SHEORAN, I. S. Changes in oxidative stress enzymes during artificial ageing in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seeds. **Journal of Plant Physiology**, Cambridge, v. 160, p. 1093-1100, 2003.
- GONÇALVES, D. M.; ARAÚJO, J. H. B.; FRANCISCO, M. S.; COELHO, M. A.; FRANCO, J. M. Avaliação da atividade antimicrobiana *in vitro* do extrato de *Tabernaemontana catharinensis* A. DC. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 2, p. 197-202, 2011.

JIANHUA, Z.; MCDONALD, M. B. The saturated salt accelerated aging test for small seeds crops. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 25, n. 1, p. 123-131, 1996.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: OEA, 1983. 174 p.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.48, n.2, p.263-284, 1976.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, v. 1. 6 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014. 384 p.

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

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. v. 12. Piracicaba: FEALQ. 2005, 495 p.

MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 3, p. 1-24.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Temperaturas cardinais para a germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 115-122, 2009.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. de; BERG, E. V. D.; SOBRAL, M. E. G.; PIFANO, D. S.; SANTOS, R. M. dos; VALENTE, A. S. M.; MACHADO, E. L. M.; MARTINS, J. C.; SILVA, C. P. de C. Espécies de ocorrência do domínio atlântico e do cerrado. In: OLIVEIRA-FILHO, A. T. de; SCOLFORO, J. R. (Ed.) **Inventário florestal de Minas Gerais: espécies arbóreas da flora nativa**. Lavras: Editora UFLA, 2008, 619 p.

PACHECO, M. V.; SILVA, C. S. da; SILVEIRA, T. M. T.; HOLBIG, L. dos S.; HARTER, F. S.; VILLELA, F. A. Physiological quality evaluation of the *Radii Schinus terebinthifolius* seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 762-767, 2011.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; PEIXOTO, M. C. Teste de qualidade. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. cap. 18, p. 283-297.

PINHO, D. S.; BORGES, E. E. de L. e; PONTES, C. A. Avaliação da viabilidade e vigor de sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. submetidas ao envelhecimento acelerado e ao osmocondicionamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3; p. 425-434, 2010.

PONTES, C. A.; CORTE, V. B.; BORGES, E. E. de L.; SILVA, A. G. da; BORGES, R. de C. G. B. Influência da temperatura de armazenamento na qualidade das sementes de *Caesalpinia peltophoroides* benth. (sibipiruna). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 43-48, 2006.

R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>.

RAVIKUMAR, R.; ANANTHAKRISHNAN, G.; GIRIJA, S.; GANAPATHI, A. Seed viability and biochemical changes associated with accelerated ageing in *Dendrocalamus strictus* seeds. **Biologia Plantarum**, Prague, v. 45, n. 1, p.153-156, 2002.

SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Teste de envelhecimento acelerado para a avaliação de vigor de lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilho) - Euphorbiaceae. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 1-12, jun., 2007.

SHIBATA, M.; COELHO, C. M. M.; OLIVEIRA, L. M. de; GARCIA, C. Accelerated aging of ipê seeds under controlled conditions of storage. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 247-254, 2012.

SUFFREDINI, I. B.; BACHI, E. M.; SAKUDA, T. M. K.; OHARA, M. T.; YOUNES, R. N.; VARELLA, A. D. Antibacterial activity of Apocynaceae extracts and MIC of *Tabernaemontana angulata* stem organic extract. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 38, n. 1, jan./mar., 2002.

TORRES, S. B.; BEZERRA-NETO, F. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de urucum. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 55-58, n. 1, jan./mar., 2009.

## **CAPÍTULO III**

**NÍVEIS DE SOMBREAMENTO E DIFERENTES SUBSTRATOS NA EMERGÊNCIA  
DE PLÂNTULAS E CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Tabernaemontana  
fuchsiaefolia* A. DC.**

**NÍVEIS DE SOMBREAMENTO E DIFERENTES SUBSTRATOS NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS E CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC.**

**RESUMO**

A escolha do substrato adequado e a utilização de sombreamento estão entre os principais fatores empregados no manejo de viveiros, visando fornecer melhores condições para a produção de mudas de espécies florestais, como *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC., espécie com elevada regeneração espontânea e potencial uso em restauração. Objetivou-se com este trabalho avaliar a emergência de plântulas e o crescimento inicial de mudas de leiteiro, em diferentes níveis de sombreamento e substratos. A sementeira ocorreu em tubetes de 53 cm<sup>3</sup>, mantidos em casa de vegetação, coberta com telas sombrite pretas (poliolefina). Foram utilizados seis substratos: areia, terra de subsolo enriquecida com lodo de esgoto, fibra de coco, vermiculita, substrato comercial HS-Florestal<sup>®</sup> e mistura de HS-Florestal<sup>®</sup> + vermiculita + fibra de coco; e quatro níveis de sombreamento: sol pleno; uma, duas e três telas. Após 120 dias, foram avaliados: emergência, índice de velocidade de emergência, altura da planta, comprimento da raiz, diâmetro de coleto, massa seca da parte aérea e da raiz, área foliar, número de folhas e teores de clorofila e carotenoides. A emergência teve início aos 19 dias após a sementeira, sendo mais acelerada em níveis menores de sombreamento. Maior sombreamento (57,82  $\mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) promoveu mudas mais altas e com maior área foliar, além de maiores teores de clorofila, revelando um comportamento tolerante ao sombreamento, na fase inicial do crescimento. A produção de mudas de leiteiro pode ser realizada em substrato areia, HS-Florestal<sup>®</sup> e mistura de HS-Florestal<sup>®</sup>, vermiculita e fibra de coco, utilizando-se uma ou duas telas sombrite.

**Palavras-chave:** Leiteiro, luminosidade, clorofila, viveiro.

## SHADING LEVELS AND DIFFERENT SUBSTRATES IN EMERGENCE AND INITIAL GROWTH OF *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC.

### ABSTRACT

The choice of suitable substrate and the use of shading are among the main factors used in nursery practices, aiming to provide better conditions for the production of seedlings of forest species such as *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC., with spontaneous regeneration and high potential use in restoration. The objective of this study was to evaluate the seedling emergence and early development of seedlings of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* in different substrates and shade levels. Sowing in tubes of 53 cm<sup>3</sup>, kept in suspended structures with shading produced by black polyolefin screens. Six substrates were used: sand, subsoil enriched with sewage sludge, coconut fiber, vermiculite, commercial substrate HS-Florestal<sup>®</sup> and mixture of HS-Florestal<sup>®</sup>, vermiculite and coconut fiber; and four levels of shading: full sun, one, two or three screens. After 120 days, were evaluated: emergency, emergency speed index, height of seedling, root length, root collar diameter, dry mass of aerial part and root, leaf area, leaf number and contents of chlorophyll and carotenoids. The emergency began at 19 days after sowing, being faster at lower shading levels. The higher shading (57,82  $\mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) promoted higher seedlings and higher leaf area, as well as higher levels of chlorophyll, revealing to shade tolerant behavior in the initial phase of growth. The production of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seedlings can be performed in sand, HS-Florestal<sup>®</sup> and mixture of HS-Florestal<sup>®</sup>, vermiculite and coconut fiber, using intermediate shading, with one or two screens.

**Keywords:** Leiteiro, luminosity, chlorophyll, nursery.

## 1 INTRODUÇÃO

Muitas espécies florestais nativas do Brasil são empregadas em projetos de restauração de áreas degradadas, ou apresentam importância em plantios comerciais, sendo necessário estudar métodos e técnicas para a produção de mudas a fim de atender à demanda crescente. Dentre essas, a *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC., popularmente conhecida como leiteiro ou leiteira. Pertencente à família Apocynaceae, o leiteiro possui ampla distribuição em toda a região Sudeste do Brasil, além da Bahia, Mato Grosso do Sul e Paraná, sendo uma espécie com grande capacidade de regeneração espontânea, além de produzir frutos altamente atrativos para a avifauna, o que a torna indicada para recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 2014; MARTINS et al., 2000; OLIVEIRA-FILHO, 2008). Desta forma, são importantes os estudos relacionados à sua propagação e crescimento.

O conhecimento sobre os fatores envolvidos no desenvolvimento e crescimento vegetal é importante para um melhor planejamento da implantação da cultura, otimizando a utilização de recursos e promovendo maior produtividade (PEDÓ et al., 2014). Esse conhecimento vem sendo aplicado nos viveiros, visando à melhoria da qualidade das mudas e redução dos custos de implantação, já que a produção de mudas de espécies florestais de qualidade e em quantidade é uma etapa imprescindível para o estabelecimento de povoamentos florestais (WENDLING et al., 2007).

A luz exerce papel de destaque sobre todos os estádios de desenvolvimento de plantas em viveiros, sendo um dos fatores mais importantes para a produção de mudas, atuando nas condições ambientais e balanço energético. Sombreamento em torno de 50% é recomendado por vários autores, por influenciar significativamente a temperatura e promover maior crescimento em altura (ALMEIDA et al., 2004; HERNANDES et al., 2004; LANG; BOTREL, 2008; SILVA et al., 2007). Esse sombreamento é indicado para *Dipteryx alata* (AJALLA et al., 2012), *Caesalpinia ferrea* (LENHARD et al., 2013), *Dalbergia nigra* (PACHECO et al., 2013) e *Swietenia macrophylla* (TEIXEIRA et al., 2013).

Entretanto, o sombreamento pode ser prejudicial ao desenvolvimento de mudas, sendo recomendada a permanência das plantas sob sol pleno, como verificado para *Piptadenia stipulacea* (FERREIRA et al., 2012), *Myracrodruon urundeuva* (SCALON et al., 2012), *Anadenanthera falcata* (MOTA et al., 2013) e *Jatropha curcas* (SCHOCK et al., 2014).

A escolha de um bom substrato é uma das melhores formas de manejo do viveiro para produção de mudas arbóreas, devido à sua participação no crescimento e desenvolvimento das plantas (DUTRA et al., 2012). A principal função do substrato é sustentar e fornecer nutrientes à planta, sendo constituído de uma fase sólida, composta por partículas minerais e orgânicas; uma fase líquida, composta pela água; e uma fase gasosa, o ar (GOMES; PAIVA, 2013). Buscando o equilíbrio entre essas três fases, muitas composições de substratos são testadas, misturando-se diversos materiais.

Para a produção de mudas de espécies florestais, as composições de substratos variam de acordo com as características de cada cultura, podendo ser indicados materiais puros ou misturas, como: fibra de coco para *Tabebuia Chrysoticha* (SARZI et al., 2010) e *Corymbia citriodora* (OLIVEIRA et al., 2014); mistura de vermiculita e composto orgânico para *Enterolobium contortisiliquum* (GONCALVES et al., 2013); mistura de lodo de esgoto, casca de arroz carbonizada e palha de café para *Chamaecrista desvauxii* (CALDEIRA et al., 2013); substrato comercial Bioplant<sup>®</sup> misturado com bagaço de cana para *Peltophorum dubium* (DUTRA et al., 2013); combinação de lodo de esgoto com fibra de coco e casca de arroz carbonizada para *Tectona grandis* (TRAZZI et al., 2014).

Objetivou-se com este trabalho avaliar a emergência de plântulas e o crescimento inicial de mudas de leiteiro, em função de diferentes níveis de sombreamento e substratos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no período de outubro de 2013 a fevereiro de 2014, em casa de sombra, na área externa do Laboratório de Análise de Sementes (LAS), situado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre-ES, latitude 20° 45' S e longitude 41° 31' W, cujos dados climáticos estão representados na Tabela 1.

TABELA 1: Caracterização climática ao longo do período entre a semeadura e o crescimento inicial das mudas de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* em diferentes sombreamentos e substratos. Alegre-ES, 2014

TABLE 1: Climatic characterization over the period between sowing and initial growth of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seedlings in different substrates and shading. Alegre-ES, 2014

Mês	Temperatura (°C)					UR (%)	P (mm)	N	Ev (mm/dia)
	Média	Max	MaxABS	Min	MinABS				
Out/13	23,4	29,4	37,3	18,7	15,2	71	93,2	16	4,7
Nov/13	24,6	30,7	38,1	20,0	16,0	72	176,0	12	5,2
Dez/13	25,3	30,8	37,6	21,7	19,5	80	482,4	25	5,0
Jan/14	27,0	34,9	39,2	21,0	19,2	68	48,4	8	6,4
Fev/14	27,1	35,1	37,4	20,9	19,3	65	68,8	3	6,2
Média	25,5	32,2	37,9	20,5	17,8	71	173,8	13	5,5

Max = média das máximas ocorridas no mês; MaxABS = a máxima temperatura observada no mês; Min = média das mínimas ocorridas no mês; MinABS = a temperatura mínima observada no mês; UR = umidade relativa média do mês; P = precipitação; N = número de dias chuvosos do mês; Ev = evapotranspiração potencial média.

Fonte: Estação meteorológica do INMET (INCAPER, 2014).

O experimento foi conduzido em parcelas subdivididas, em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo os sombreamentos considerados as parcelas, e os substratos as subparcelas, utilizando-se quatro níveis de sombreamento e seis tipos de substratos, compondo 24 tratamentos, com quatro repetições de 25 sementes.

Foram utilizados sombrites de telas de poliolefina preta (50%), para a retenção de radiação solar. Os níveis de sombreamento foram alcançados empregando-se a sobreposição das telas de poliolefina, sendo: sem tela ou sol pleno, uma, duas e três telas. A radiação fotossinteticamente ativa para cada nível de sombreamento foi determinada em um dia ensolarado, às 12 horas, com a utilização de radiômetro marca LI-COR<sup>®</sup>, modelo LI-250A: sol pleno (1165  $\mu\text{mol}$  fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); cobertura com uma tela sombrite (417,40  $\mu\text{mol}$  fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ).

$^2 \text{ s}^{-1}$ ); cobertura com duas telas ( $140,32 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e cobertura com tr\u00eas telas ( $57,82 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ).

A sementeira foi feita em tubetes pl\u00e1sticos de  $53 \text{ cm}^3$  (altura de 125 mm e di\u00e2metro interno de 28 mm), contendo os substratos, acondicionados em bandeja pl\u00e1stica de 187 c\u00e9lulas, mantidas em estrutura suspensa, em torno de 75 cm do solo. Devido \u00e0 presen\u00e7a de orif\u00edcio na parte inferior dos tubetes, e a utiliza\u00e7\u00e3o de substratos muito porosos, como areia e vermiculita, foi utilizado um peda\u00e7o retangular de espuma para obstruir o orif\u00edcio, impedindo que o material se perdesse ap\u00f3s o enchimento, mas permitindo que a drenagem do substrato se mantivesse eficiente. A utiliza\u00e7\u00e3o da obstru\u00e7\u00e3o, para que todas as pl\u00e2ntulas recebessem o mesmo tratamento, ocorreu em todos os tubetes, independente do substrato utilizado. Os substratos empregados foram: areia pura, terra de subsolo enriquecida com lodo de esgoto ( $80 \text{ t ha}^{-1}$ ), fibra de coco, vermiculita, substrato comercial (HS-Florestal<sup>\u2122</sup>) e mistura de substrato comercial + vermiculita + fibra de coco, na propor\u00e7\u00e3o de 1:1:1. Os dados de an\u00e1lise qu\u00edmica dos substratos est\u00e3o na Tabela 2.

TABELA 2: An\u00e1lise qu\u00edmica dos substratos utilizados para a produ\u00e7\u00e3o de mudas de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*. Alegre-ES, 2014

TABLE 2: Chemical analysis of substrates used for the production of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seedlings. Alegre-ES, 2014

Determina\u00e7\u00f5es		Substratos					
		AR	SO	VR	FC	CO	MX
pH	(H <sub>2</sub> O)	6,80	5,10	7,30	5,80	4,80	5,30
P	(mg dm <sup>-3</sup> )	-	8,00	59,00	87,00	481,00	251,00
K		-	40,00	117,00	1015,00	495,00	776,00
Na		-	7,00	22,00	22,00	22,00	24,00
Ca	(cmolc dm <sup>-3</sup> )	-	0,90	2,00	2,60	12,00	6,90
Mg		-	0,80	4,10	1,80	6,30	5,70
Al		-	0,40	-	0,30	0,40	0,20
H+Al		-	2,80	0,30	19,10	15,00	13,50
t		-	2,28	-	7,45	20,09	14,94
T		-	4,72	6,80	26,23	34,68	28,24
S.B.		-	1,88	6,50	7,15	19,69	14,74
N	(g kg <sup>-1</sup> )	-	2,90	-	6,02	4,76	4,34
C		-	2,10	-	101,60	36,90	45,20
M.O.		-	3,60	-	175,20	63,50	78,00
V	(%)	-	39,90	95,60	27,30	56,80	52,20
m		-	17,50	0,00	4,00	2,00	1,30
ISNa		-	0,65	1,40	0,36	0,28	0,37

AR = areia; TS = terra de subsolo+lodo de esgoto; FC = fibra de coco; VR = vermiculita; CM = substrato comercial HS-Florestal<sup>\u2122</sup>; MS = mistura de substrato comercial HS-Florestal<sup>\u2122</sup>+vermiculita+fibra de coco.

Em média foram realizadas duas regas diárias (pela manhã e ao fim da tarde), podendo variar de acordo com as condições climáticas e a necessidade observada.

Ao longo de 120 dias, foram feitas observações diárias, ao final das quais foram avaliadas as variáveis:

- Emergência (E-%);

- Índice de velocidade de emergência (IVE), calculado a partir de contagens diárias, de acordo com Maguire (1962):

$$IVE = \sum_{i=1}^n \left( \frac{N_i}{D_i} \right) \quad (1)$$

Em que:

$N_1, N_2 \dots N_i$  = número de plântulas emergentes na primeira contagem, segunda contagem ... iésima contagem, respectivamente;

$D_1, D_2 \dots D_i$  = número de dias na primeira contagem, segunda contagem ... iésima contagem, respectivamente;

- Altura da muda (cm), comprimento das raízes (cm) e diâmetro do coleto (mm), medidos com a utilização de régua graduada e paquímetro digital; relação altura/diâmetro de coleto (H/DC);

- Área foliar (cm<sup>2</sup>), obtida em medidor de área foliar LI-COR<sup>®</sup> modelo LI-3100;

- Razão de área foliar (RAF), de acordo com Hunt (1982):

$$RAF = \frac{AF}{MST} \quad (2)$$

Em que:

RAF = razão de área foliar;

AF = área foliar;

MST = massa seca total;

- Teores de clorofila e carotenoides, utilizando-se quatro discos foliares de 0,5 cm de diâmetro, obtidos com auxílio de um perfurador, pesados (massa fresca) e colocados em 5 mL de dimetilsulfóxido (DMSO), mantidos em tubos de ensaio tampados, no escuro, em temperatura ambiente por 24 horas, para a extração dos pigmentos fotossintetizantes. A solução foi submetida à leitura ótica em espectrofotômetro nos comprimentos de onda a 470, 645 e 663 nm, sendo determinados os teores de clorofilas *a*, *b* e total, e carotenoides, utilizando-se as equações de Lichtenthaler (1987):

$$\text{Clorofila } a = \left( \frac{(12,7 \times A_{663}) - (2,69 \times A_{645})}{1000MF} \right) \times V \text{ (mg g}^{-1} \text{ MF)} \quad (3)$$

$$\text{Clorofila } b = \left( \frac{(22,9 \times A_{645}) - (4,68 \times A_{663})}{1000MF} \right) \times V \text{ (mg g}^{-1} \text{ MF)} \quad (4)$$

$$\text{Clorofila total} = \left( \frac{(20,2 \times A_{663}) - (2,69 \times A_{645})}{1000MF} \right) \times V \text{ (mg g}^{-1} \text{ MF)} \quad (5)$$

$$\text{Carotenoides} = \left( \frac{(1000 \times A_{470}) - (1,82 \times \text{Clor. } a) - (85,02 \times \text{Clor. } b)}{198} \right) \times V \text{ (mg g}^{-1} \text{ MF)} \quad (6)$$

Em que:

$A_{663}$  = absorbância a 663 nm;

$A_{645}$  = absorbância a 645 nm;

$A_{470}$  = absorbância a 470 nm;

V = volume da amostra (mL);

MF = massa fresca da amostra (g);

Clor. = clorofila (*a* ou *b*);

- Razões clorofila *a/b* e clorofila total/carotenoides;

- Massa seca (g planta<sup>-1</sup>), das raízes e da parte aérea das mudas, que foram colocadas em sacos de papel e mantidas em estufa de circulação de ar, com temperatura ajustada para 70 °C,

durante 72 horas (peso constante), e posteriormente pesadas em balança analítica (0,0001 g); e a relação entre a massa seca da parte aérea e massa seca da raiz (MSA/MSR).

Os dados, quando atendidas as pressuposições de normalidade e homogeneidade, foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando-se o programa estatístico R (R CORE TEAM, 2014), empregando-se o pacote ExpDes (FERREIRA et al., 2011). O efeito dos níveis de sombreamento foi avaliado por análise de regressão e, para o ajuste das equações ( $\hat{Y}=\$ ), foi utilizado como critério a significância dos betas ( $p<0,05$ ) e, posteriormente, o maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ). As médias dos diferentes substratos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência das plântulas foi iniciada entre o 19º e o 31º dia após a sementeira, sendo distribuída ao longo do tempo de forma bastante assimétrica, com novas plântulas contabilizadas até os 72 dias, a partir do qual nenhuma emergência foi constatada. O hipocótilo emergido apresentou forma de gancho, elevando os cotilédones acima do solo, em germinação caracterizada como epígea (VIDAL; VIDAL, 2005).

A análise de variância dos dados experimentais indicou interação significativa entre os níveis de sombreamento e os substratos empregados, à exceção da porcentagem de emergência (E), sendo que, para esta variável, também não foi observado o efeito dos tratamentos isoladamente (Tabela 3). A porcentagem média de emergência foi de 55,8%.

TABELA 3: Emergência (E%) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, em diferentes sombreamentos e substratos. Alegre-ES, 2014

TABLE 3: Emergence (E%) and emergence speed index (IVE) of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seedlings in different substrates and shading. Alegre-ES, 2014

Var	Sub	Luminosidade ( $\mu\text{mol f\`otons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )				Equação	R <sup>2</sup>
		57,82	140,32	417,40	1165,00		
E <sup>ns</sup> (%)	AR	51	58	57	63	-	-
	TS	54	47	57	60	-	-
	FC	49	68	59	54	-	-
	VR	56	53	60	60	-	-
	CM	58	57	42	60	-	-
	MS	54	55	42	65	-	-
	IVE	AR	0,3612 a	0,4774 a	0,4355 a	0,4504 a	-
TS		0,3239 a	0,2863 b	0,3545 b	0,3816 a	-	-
FC		0,3182 a	0,4998 a	0,4103 a	0,3906 a	-	-
VR		0,3822 a	0,3894 a	0,4965 a	0,4693 a	-	-
CM		0,3938 a	0,4198 a	0,2778 b	0,4091 a	-	-
MS		0,3867 a	0,4040 a	0,3075 b	0,4974 a	$\hat{Y} = 0,43 - 4,6.10^{-4}x + 4,4.10^{-7}x^2$	0,93

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade.

Var = variável; Sub = substrato; ns = não significativo; AR = areia; TS = terra de subsolo+lodo de esgoto; FC = fibra de coco; VR = vermiculita; CM = substrato comercial HS-Florestal<sup>®</sup>; MS = mistura de substrato comercial HS-Florestal<sup>®</sup>+vermiculita+fibra de coco.

Muitos fatores externos à semente influenciam a germinação e a emergência das plântulas, muitos deles ocasionados pelos substratos empregados, como a capacidade de retenção de água e a quantidade de luz que penetra nos poros e alcança a semente, podendo promover

diferentes respostas germinativas. Assim, a redução da porcentagem e da velocidade da emergência são o produto da interação entre o potencial fisiológico das sementes e as condições do ambiente (FIGLIOLA et al., 1993; MARCOS-FILHO, 2005). Como os tipos de substratos e níveis de sombreamento utilizados não exerceram influência significativa sobre a porcentagem de emergência das plântulas, é possível inferir que todos forneceram condições ambientais mínimas à germinação, como hidratação e aeração, sendo fator limitante apenas o potencial fisiológico das sementes avaliadas. Nos estádios iniciais da germinação as sementes não precisam de nutrientes, e sim de disponibilidade de água e boa aeração, para a ocorrência das reações indutoras da formação dos órgãos em crescimento (DOUSSEAU et al., 2008). Como, no presente estudo, a porcentagem de emergência não diferiu entre os substratos avaliados, pode-se sugerir o uso dos seis materiais avaliados para a emergência das plântulas. No caso de semeadura em sementeiras para posterior repicagem para substratos com maiores teores nutricionais recomenda-se o uso de areia, por ser mais facilmente encontrada e apresentar baixo custo.

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi similar para a maioria dos substratos, com menores médias no substrato terra de subsolo na luminosidade de  $140,32 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e nos substratos terra de subsolo, HS-Florestal<sup>®</sup> e mistura de HS-Florestal<sup>®</sup> + vermiculita + fibra de coco na luminosidade de  $417,40 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , apresentando um ligeiro acréscimo em função do aumento de exposição à luminosidade, para o substrato composto pela mistura de HS-Florestal<sup>®</sup> + vermiculita + fibra de coco, com ponto de mínima de  $525,89 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . O estudo dessa variável é relevante, pois a rapidez e o sincronismo na emergência são muito importantes, por reduzirem a exposição das sementes e das plântulas a fatores adversos (MARCOS-FILHO, 2005). Como houve redução da velocidade de emergência nos maiores níveis de sombreamento, não se recomenda uso de sombreamento nesta fase da produção de mudas de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*.

A altura foi positivamente influenciada pelo sombreamento (Tabela 4), verificando-se um efeito linear para o substrato terra de subsolo, e um efeito quadrático para os demais substratos, com pontos de mínima de: 787,96 (areia), 867,82 (fibra de coco), 856,66 (vermiculita), 731,31 (HS-Florestal<sup>®</sup>) e  $752,16 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (mistura de HS-Florestal<sup>®</sup>, vermiculita e fibra de coco). Nas mudas produzidas em sol pleno, as médias de altura não diferiram entre os substratos. Para as demais condições de sombreamento, a maior altura foi

observada nas mudas produzidas no substrato vermiculita, enquanto naquelas que cresceram no substrato areia os valores de altura foram menores.

TABELA 4: Altura (H), comprimento de raiz (CR) e diâmetro de coleto (DC) das mudas de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* produzidas em diferentes sombreamentos e substratos. Alegre-ES, 2014

TABLE 4: Height (H), root length (CR) and root collar diameter (DC) of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seedlings produced in different substrates and shading. Alegre-ES, 2014

Var	Sub	Luminosidade ( $\mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )				Equaao	R <sup>2</sup>
		57,82	140,32	417,40	1165,00		
H (cm)	AR	6,4 d	5,0 b	4,6 c	4,4 a	$\hat{Y} = 6,34 - 6,4 \cdot 10^{-3}x + 4,0 \cdot 10^{-6}x^2$	0,83
	TS	7,1 c	6,8 a	6,5 a	5,1 a	$\hat{Y} = 7,15 - 1,72 \cdot 10^{-3}x$	0,99
	FC	8,3 b	6,6 a	5,6 b	4,7 a	$\hat{Y} = 8,45 - 9,7 \cdot 10^{-3}x + 5,6 \cdot 10^{-6}x^2$	0,92
	VR	9,8 a	6,9 a	6,3 a	5,2 a	$\hat{Y} = 9,62 - 1,2 \cdot 10^{-2}x + 6,9 \cdot 10^{-6}x^2$	0,80
	CM	8,6 b	5,4 b	4,6 c	5,0 a	$\hat{Y} = 8,46 - 1,4 \cdot 10^{-2}x + 9,8 \cdot 10^{-6}x^2$	0,75
	MS	8,9 b	5,9 b	4,4 c	4,6 a	$\hat{Y} = 9,06 - 1,7 \cdot 10^{-2}x + 1,1 \cdot 10^{-5}x^2$	0,86
CR (cm)	AR	13,5 a	17,2 a	14,7 b	15,2 a	-	-
	TS	11,8 a	16,0 a	12,7 b	11,5 b	$\hat{Y} = 13,87 - 1,97 \cdot 10^{-3}x$	0,24
	FC	14,0 a	15,0 a	18,2 a	14,5 a	$\hat{Y} = 12,8 + 1,9 \cdot 10^{-2}x - 1,5 \cdot 10^{-5}x^2$	0,99
	VR	13,8 a	15,4 a	14,7 b	16,4 a	-	-
	CM	15,7 a	16,6 a	17,6 a	14,8 a	-	-
	MS	14,5 a	14,5 a	16,5 a	16,0 a	-	-
DC (mm)	AR	1,92 a	2,03 a	2,04 a	1,63 a	$\hat{Y} = 1,91 + 6,6 \cdot 10^{-4}x - 7,8 \cdot 10^{-7}x^2$	0,98
	TS	1,65 b	1,86 a	1,86 b	1,63 a	$\hat{Y} = 1,67 + 8,7 \cdot 10^{-4}x - 7,7 \cdot 10^{-7}x^2$	0,75
	FC	1,76 b	1,79 a	1,78 b	1,64 a	-	-
	VR	1,88 a	1,79 a	1,68 b	1,66 a	$\hat{Y} = 1,82 - 1,61 \cdot 10^{-4}x$	0,65
	CM	1,76 b	1,89 a	1,77 b	1,74 a	-	-
	MS	1,91 a	1,93 a	1,84 b	1,75 a	-	-

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade.

Var = variável; Sub = substrato; AR = areia; TS = terra de subsolo+lodo de esgoto; FC = fibra de coco; VR = vermiculita; CM = substrato comercial HS-Florestal<sup></sup>; MS = mistura de substrato comercial HS-Florestal<sup></sup>+vermiculita+fibra de coco.

O alongamento do caule é comum em plantas submetidas ao sombreamento, especialmente as chamadas plantas de sol, que estão adaptadas às altas intensidades luminosas, alocando maior quantidade de fotoassimilados para o seu crescimento em altura, buscando superar a condiao de sombreamento, em direao à fonte de luz (TAIZ; ZEIGER, 2013). Essa é uma característica ecológica das espécies heliófitas, classificadas como pioneiras ou secundárias iniciais, classificaao à qual está inserida a espécie *Tabernaemontana fuchsiaefolia* (LORENZI, 2014). Resultados similares foram obtidos por Ferreira et al. (2012) com as espécies *Piptadenia stipulacea* e *Anadenanthera colubrina*, tambem classificadas como heliófitas.

O comprimento de raiz foi, de maneira geral, maior entre as condições de luminosidade intermediárias (140,32 e 417,40  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), apresentando pouca varia\u00e7\u00e3o entre os substratos e efeito significativo do sombreamento verificado apenas para os substratos terra de subsolo e fibra de coco, com ponto de m\u00e1xima de 630,95  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , para este \u00faltimo. A terra de subsolo foi o substrato que promoveu menor desenvolvimento radicular, o que possivelmente foi ocasionado pelo fato de ser um substrato menos poroso que os demais, provocando uma resist\u00eancia mec\u00e2nica ao alongamento da raiz. A terra de subsolo \u00e9 um substrato mais utilizado na produ\u00e7\u00e3o de mudas em sacolas pl\u00e1sticas, n\u00e3o sendo indicado para uso em tubetes, a n\u00e3o ser em misturas com outros materiais, j\u00e1 que em pequenos recipientes as caracter\u00edsticas f\u00edsicas do substrato s\u00e3o fundamentais, de forma a ocorrer maior equil\u00edbrio entre seus constituintes, visando promover uma adequada rela\u00e7\u00e3o entre macro e microporosidade (GOMES; PAIVA, 2013; LOPES et al., 2005).

O di\u00e2metro do coleto (DC) foi pouco influenciado pelo substrato e sombreamento. De modo geral, assim como o comprimento de raiz, teve maiores m\u00e9dias nos sombreamentos intermedi\u00e1rios, utilizando uma ou duas telas, \u00e0 exce\u00e7\u00e3o do substrato vermiculita, que apresentou diminui\u00e7\u00e3o gradativa em fun\u00e7\u00e3o do aumento da intensidade luminosa. O efeito do sombreamento teve comportamento linear para o substrato vermiculita, e quadr\u00e1tico para os substratos areia e terra de subsolo, com ponto de m\u00e1xima de 423,85 e 562,05  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , respectivamente. Esta \u00e9 uma vari\u00e1vel importante na avalia\u00e7\u00e3o de mudas, por representar um \u00f3timo indicador de padr\u00e3o de qualidade, sendo que as mudas muito altas e com di\u00e2metro de coleto reduzido s\u00e3o consideradas de baixa qualidade, com ind\u00edcio de estiolamento. Neste sentido, o crescimento em di\u00e2metro tem rela\u00e7\u00e3o direta com a fotoss\u00edntese l\u00edquida, que depende de carboidratos e auxinas acumulados, e um maior di\u00e2metro de coleto est\u00e1 associado a um desenvolvimento mais acentuado da parte a\u00e9rea e do sistema radicular, favorecendo a sobreviv\u00eancia e o desenvolvimento da muda no campo (GRAVE et al., 2007; LARCHER, 2006).

A massa seca constitui uma importante vari\u00e1vel para a avalia\u00e7\u00e3o da qualidade de mudas: a massa seca da parte a\u00e9rea indica a rusticidade das mudas e a massa seca das ra\u00edzes estima a sobreviv\u00eancia e crescimento inicial da muda no campo (GOMES; PAIVA, 2013). Para a massa seca da parte a\u00e9rea (Tabela 5) o sombreamento teve influ\u00eancia para a maioria dos substratos, \u00e0 exce\u00e7\u00e3o da areia, promovendo decr\u00e9scimo linear nas m\u00e9dias dessa caracter\u00edstica

para as mudas produzidas nos substratos fibra de coco e vermiculita, inversamente ao aumento do nível de sombreamento. Para aquelas produzidas no substrato terra de subsolo houve comportamento quadrático, com ponto de máxima de 544,97  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ; para os substratos HS-Florestal<sup>®</sup> e mistura de HS-Florestal<sup>®</sup>, vermiculita e fibra de coco, o efeito do sombreamento teve comportamento quadrático, com pontos de m\u00ednima de 770,50 e 716,65  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , respectivamente. N\u00e3o houve diferen\u00e7a entre os substratos para o n\u00edvel de luminosidade de 417,40  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . O substrato composto da mistura de HS-Florestal<sup>®</sup>, vermiculita e fibra de coco promoveu as maiores m\u00e9dias para as mudas produzidas em sol pleno (1165  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), enquanto nos n\u00edveis de maior sombreamento (57,82 e 140,32  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) al\u00e9m da mistura, os substratos HS-Florestal<sup>®</sup> e vermiculita tamb\u00e9m promoveram as maiores m\u00e9dias de massa seca da parte a\u00e9rea.

TABELA 5: Massa seca da parte a\u00e9rea (MSA) e da raiz (MSR) das mudas de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* produzidas em diferentes sombreamentos e substratos. Alegre-ES, 2014

TABLE 5: Dry mass of aerial part (MSA) and root (MSR) of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seedlings produced in different substrates and shading. Alegre-ES, 2014

Var	Sub	Luminosidade ( $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )				Equa\u00e7\u00e3o	R <sup>2</sup>
		57,82	140,32	417,40	1165,00		
MSA (g)	AR	0,0527 c	0,0727 b	0,0748 a	0,0594 b	-	-
	TS	0,0516 c	0,0854 b	0,0899 a	0,0376 c	$\hat{Y} = 0,05 + 1,6 \cdot 10^{-4}x - 1,5 \cdot 10^{-7}x^2$	0,86
	FC	0,0881 b	0,0819 b	0,0710 a	0,0457 c	$\hat{Y} = 8,81 \cdot 10^{-2} - 3,69 \cdot 10^{-5}x$	0,99
	VR	0,1313 a	0,0990 a	0,0899 a	0,0653 b	$\hat{Y} = 0,12 - 4,79 \cdot 10^{-5}x$	0,78
	CM	0,1226 a	0,0919 a	0,0692 a	0,0712 b	$\hat{Y} = 0,13 - 2,0 \cdot 10^{-4}x + 1,3 \cdot 10^{-7}x^2$	0,92
	MS	0,1304 a	0,0984 a	0,0807 a	0,0877 a	$\hat{Y} = 0,13 - 1,9 \cdot 10^{-4}x + 1,3 \cdot 10^{-7}x^2$	0,87
MSR (g)	AR	0,0439 c	0,0820 b	0,0745 b	0,0561 a	$\hat{Y} = 0,05 + 1,1 \cdot 10^{-4}x - 9,0 \cdot 10^{-8}x^2$	0,43
	TS	0,0264 d	0,0765 b	0,0719 b	0,0277 c	$\hat{Y} = 0,03 + 1,8 \cdot 10^{-4}x - 1,5 \cdot 10^{-7}x^2$	0,64
	FC	0,0563 c	0,0689 b	0,0558 b	0,0455 b	$\hat{Y} = 0,06 - 1,52 \cdot 10^{-5}x$	0,64
	VR	0,0999 a	0,1033 a	0,0977 a	0,0698 a	$\hat{Y} = 0,11 + 2,97 \cdot 10^{-5}x$	0,94
	CM	0,0829 b	0,0825 b	0,0689 b	0,0683 a	-	-
	MS	0,0731 b	0,0725 b	0,0679 b	0,0680 a	-	-

M\u00e9dias seguidas de mesma letra min\u00fascula nas colunas, n\u00e3o diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, em n\u00edvel de 5% de probabilidade.

Var = vari\u00e1vel; Sub = substrato; AR = areia; TS = terra de subsolo+lodo de esgoto; FC = fibra de coco; VR = vermiculita; CM = substrato comercial HS-Florestal<sup>®</sup>; MS = mistura de substrato comercial HS-Florestal<sup>®</sup>+vermiculita+fibra de coco.

A massa seca de raiz das mudas apresentou pouca diferen\u00e7a entre os substratos, para os sombreamentos intermedi\u00e1rios (140,32 e 417,40  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). Dentre todos os n\u00edveis de sombreamento, a vermiculita promoveu as maiores m\u00e9dias, enquanto o substrato terra de subsolo promoveu as menores, especialmente devido ao fato de que foi observado nas plantas

produzidas neste substrato um menor tamanho de raiz, indicando um menor desenvolvimento radicular. O efeito do sombreamento foi significativo para a maioria dos, apresentando padrão linear para fibra de coco e vermiculita, e quadrático para areia e terra de subsolo, com pontos de máxima de 595,78 e 583,63  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  para esses substratos.

As m\u00e9dias de \u00e1rea foliar e raz\u00e3o de \u00e1rea foliar (Tabela 6) foram influenciadas pelo sombreamento de maneira similar, com acr\u00e9scimo significativo em fun\u00e7\u00e3o do aumento do sombreamento. Para a \u00e1rea foliar, houve efeito linear do sombreamento para a maioria dos substratos, \u00e0 exce\u00e7\u00e3o da terra de subsolo, no qual foi observado efeito quadr\u00e1tico, com ponto de m\u00e1xima de 327,18  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

TABELA 6: \u00c1rea foliar (AF), raz\u00e3o de \u00e1rea foliar (RAF) e n\u00famero de folhas (NF) das mudas de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* produzidas em diferentes sombreamentos e substratos. Alegre-ES, 2014

TABLE 6: Leaf area (AF), leaf area ratio (RAF) and leaves number (NF) of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seedlings produced in different substrates and shading. Alegre-ES, 2014

Var	Sub	Luminosidade ( $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )				Equa\u00e7\u00e3o	R <sup>2</sup>
		57,82	140,32	417,40	1165,00		
AF (cm <sup>2</sup> )	AR	10,57 c	11,47 a	9,11 a	6,17 a	$\hat{Y} = 11,32 - 4,46 \cdot 10^{-3}x$	0,94
	TS	11,15 c	13,63 a	12,52 a	2,97 b	$\hat{Y} = 11,5 + 9,4 \cdot 10^{-3}x - 1,4 \cdot 10^{-5}x^2$	0,97
	FC	14,59 b	11,23 a	9,71 a	3,20 b	$\hat{Y} = 13,80 - 9,24 \cdot 10^{-3}x$	0,95
	VR	26,73 a	14,32 a	12,12 a	6,24 a	$\hat{Y} = 21,03 - 1,39 \cdot 10^{-2}x$	0,66
	CM	24,66 a	13,00 a	9,17 a	5,74 a	$\hat{Y} = 18,77 - 1,27 \cdot 10^{-2}x$	0,60
	MS	24,83 a	13,07 a	9,88 a	7,80 a	$\hat{Y} = 18,72 - 1,08 \cdot 10^{-2}x$	0,52
RAF (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> MS)	AR	109,0 c	74,3 a	61,1 b	53,7 a	$\hat{Y} = 90,81 - 3,66 \cdot 10^{-2}x$	0,57
	TS	147,7 a	83,9 a	77,1 a	45,3 a	$\hat{Y} = 119,03 - 6,86 \cdot 10^{-2}x$	0,65
	FC	101,3 c	74,6 a	76,7 a	35,2 b	$\hat{Y} = 94,58 - 5,1 \cdot 10^{-2}x$	0,88
	VR	115,3 b	70,9 a	64,6 b	46,0 a	$\hat{Y} = 94,63 - 4,59 \cdot 10^{-2}x$	0,62
	CM	120,0 b	74,2 a	67,2 b	40,9 b	$\hat{Y} = 99,85 - 5,45 \cdot 10^{-2}x$	0,70
	MS	120,5 b	76,8 a	66,0 b	50,0 a	$\hat{Y} = 99,32 - 4,71 \cdot 10^{-2}x$	0,62
NF	AR	4,3 b	4,3 b	4,8 a	4,4 b	-	-
	TS	4,9 a	5,9 a	5,3 a	3,7 c	$\hat{Y} = 5,18 + 1,8 \cdot 10^{-3}x - 2,7 \cdot 10^{-6}x^2$	0,84
	FC	3,8 b	3,9 b	4,4 a	3,4 c	-	-
	VR	4,8 a	4,2 b	5,3 a	4,8 b	-	-
	CM	5,0 a	3,8 b	4,5 a	5,1 b	$\hat{Y} = 4,34 - 5,92 \cdot 10^{-4}x$	0,25
	MS	4,8 a	4,4 b	4,3 a	5,7 a	$\hat{Y} = 4,84 - 2,8 \cdot 10^{-3}x + 3,0 \cdot 10^{-6}x^2$	0,97

M\u00e9dias seguidas de mesma letra min\u00fascula nas colunas, n\u00e3o diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, em n\u00edvel de 5% de probabilidade.

Var = vari\u00e1vel; Sub = substrato; AR = areia; TS = terra de subsolo+lodo de esgoto; FC = fibra de coco; VR = vermiculita; CM = substrato comercial HS-Florestal<sup>®</sup>; MS = mistura de substrato comercial HS-Florestal<sup>®</sup>+vermiculita+fibra de coco; MS = massa seca.

Em condições de baixa irradiância as plantas investem maior proporção de fotoassimilados no aumento da área foliar, objetivando aumentar a captação da luz incidente, amplificando a capacidade fotossintética por meio da expansão da superfície de absorção luminosa, resultando em maior área foliar (AJALLA et al., 2012; GOBBI et al., 2011). Devido à importância dos órgãos fotossintetizantes na produção biológica da planta, a área foliar pode ser considerada como um índice de produtividade (SCALON et al., 2003).

Para a razão de área foliar (RAF) o efeito do sombreamento apresentou comportamento linear para todos os substratos. A RAF expressa a área útil da planta para a fotossíntese, ou seja, o quanto em área é necessário para produzir um grama de massa seca, sendo que menores valores de RAF indicam uma maior eficiência das folhas em produzir biomassa (BENINCASA, 2003). Dessa forma pode-se verificar que o sombreamento promoveu folhas com maior área foliar e maior RAF (aproximadamente 100% de acréscimo no maior sombreamento, com relação ao sol pleno), demonstrando a necessidade da planta de ampliar a área para a produção de massa seca. O aumento da área foliar em plantas submetidas à baixa luminosidade é importante na adaptação do vegetal às condições ambientais, sendo uma característica genética que permite às folhas apresentarem propriedades anatômicas e fisiológicas que as capacitem ao uso efetivo da radiação solar disponível (GOBBI et al., 2011; LARCHER, 2006).

As folhas (fontes) são os centros de produção de massa seca, através da fotossíntese, sendo o restante da planta (dreno) dependente da produção e exportação de material produzido nas folhas. Aproximadamente 90% da massa seca acumulada no vegetal ao longo de seu crescimento resultam da atividade fotossintética, enquanto o restante é resultado da absorção de nutrientes minerais (BENINCASA, 2003; SILVA et al., 2006). Devido ao fato das folhas serem os principais órgãos fotossintetizantes (HUANG et al., 2011), a quantidade de folhas das mudas é uma característica importante para a avaliação em viveiro e posterior sobrevivência em campo, já que muitas vezes obter as medidas de área foliar é impraticável enquanto a quantificação do número de folhas é de fácil realização, não demandando de nenhum equipamento específico.

Com relação ao número de folhas, houve efeito significativo do sombreamento para as mudas produzidas nos substratos terra de subsolo e mistura de HS-Florestal<sup>®</sup>, vermiculita e fibra de coco, apresentando comportamento quadrático, com pontos de máxima de 336,87 e de

mínima de 460,67  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , respectivamente, e efeito linear para o substrato HS-Florestal<sup>®</sup>. Dentro de cada n\u00edvel de sombreamento, os substratos promoveram resultados diferenciados, \u00e0 exce\u00e7\u00e3o do sombreamento com uma tela (417,40  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). Para as mudas produzidas em sol pleno (1165  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), a terra de subsolo e a fibra de coco, promoveram quantidade de folhas inferior; enquanto que, no m\u00e1ximo sombreamento (57,82  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), as menores m\u00e9dias foram observadas para as mudas produzidas nos substratos areia e fibra de coco. Para o sombreamento com duas telas (140,32  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), maior n\u00famero de folhas foi promovido pelo uso de terra de subsolo como substrato.

Para a rela\u00e7\u00e3o altura/di\u00e2metro de coletor (Tabela 7) houve efeito significativo em rela\u00e7\u00e3o \u00e0 luminosidade, linear decrescente para os substratos terra de subsolo, fibra de coco e vermiculita, e quadr\u00e1tico para areia, substrato HS-Florestal<sup>®</sup> e mistura de HS-Florestal<sup>®</sup>, vermiculita e fibra de coco, com ponto de m\u00ednima para esses tr\u00eas substratos de 663,93, 720,19 e 732,40  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , respectivamente. De maneira geral, as maiores m\u00e9dias foram obtidas para as mudas produzidas sob o maior sombreamento (57,82  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ).

TABELA 7: Rela\u00e7\u00e3o altura/di\u00e2metro do coletor (H/DC) e rela\u00e7\u00e3o massa seca da parte a\u00e9rea/raiz (MSA/MSR) das mudas de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* produzidas em diferentes sombreamentos e substratos. Alegre-ES, 2014

TABLE 7: Height/root collar diameter (H/DC) and dry mass of aerial part/root (MSA/MSR) of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seedlings produced in different substrates and shading. Alegre-ES, 2014

Var	Sub	Luminosidade ( $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )				Equa\u00e7\u00e3o	R <sup>2</sup>
		57,82	140,32	417,40	1165,00		
H/DC	AR	3,31 c	2,50 b	2,23 b	2,73 a	$\hat{Y} = 3,32 - 4,2.10^{-3}x + 3,3.10^{-6}x^2$	0,77
	TS	4,32 b	3,67 a	3,49 a	3,14 a	$\hat{Y} = 4,02 - 8,21.10^{-4}x$	0,70
	FC	4,75 b	3,70 a	3,13 a	2,88 a	$\hat{Y} = 4,19 - 1,30.10^{-3}x$	0,62
	VR	5,22 a	3,84 a	3,72 a	3,11 a	$\hat{Y} = 4,59 - 1,39.10^{-3}x$	0,62
	CM	4,88 b	2,85 b	2,58 b	2,89 a	$\hat{Y} = 4,73 - 8,1.10^{-3}x + 5,7.10^{-6}x^2$	0,66
	MS	4,66 b	3,03 b	2,37 b	2,67 a	$\hat{Y} = 4,71 - 8,5.10^{-3}x + 5,8.10^{-6}x^2$	0,82
MSA/ MSR	AR	1,2057 d	0,8891 b	1,0049 a	1,0476 b	-	-
	TS	2,2209 a	1,1207 a	1,2503 a	1,3629 a	$\hat{Y} = 2,04 - 3,2.10^{-3}x + 2,3.10^{-6}x^2$	0,44
	FC	1,5679 c	1,1881 a	1,2781 a	1,0170 b	$\hat{Y} = 1,42 - 3,58.10^{-4}x$	0,61
	VR	1,3087 d	0,9587 b	0,9235 a	0,9407 b	$\hat{Y} = 1,28 - 1,3.10^{-3}x + 9,0.10^{-7}x^2$	0,65
	CM	1,4816 c	1,1209 a	1,0418 a	1,0458 b	$\hat{Y} = 1,46 - 1,6.10^{-3}x + 1,0.10^{-6}x^2$	0,74
	MS	1,7680 b	1,3611 a	1,1922 a	1,2921 a	$\hat{Y} = 1,78 - 2,1.10^{-3}x + 1,5.10^{-6}x^2$	0,82

M\u00e9dias seguidas de mesma letra min\u00fascula nas colunas, n\u00e3o diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, em n\u00edvel de 5% de probabilidade.

Var = vari\u00e1vel; Sub = substrato; AR = areia; TS = terra de subsolo+lodo de esgoto; FC = fibra de coco; VR = vermiculita; CM = substrato comercial HS-Florestal<sup>®</sup>; MS = mistura de substrato comercial HS-Florestal<sup>®</sup>+vermiculita+fibra de coco.

Dentro de cada nível de sombreamento, o substrato areia foi o que promoveu menores médias, à exceção das mudas produzidas sob sol pleno, que não apresentaram diferença estatística entre os substratos. O substrato HS-Florestal<sup>®</sup> e mistura de HS-Florestal<sup>®</sup>, vermiculita e fibra de coco nos sombreamentos intermediários (140,32 e 417,40  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), tamb\u00e9m promoveram menores m\u00e9dias de rela\u00e7\u00e3o altura/di\u00e2metro de coleto. No maior sombreamento (57,82  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), as mudas produzidas em vermiculita obtiveram as maiores m\u00e9dias dessa rela\u00e7\u00e3o. Essa vari\u00e1vel apresenta grande contribui\u00e7\u00e3o para a avalia\u00e7\u00e3o da qualidade de mudas em viveiro, por empregar caracter\u00edsticas de f\u00e1cil mensura\u00e7\u00e3o e n\u00e3o utilizar de an\u00e1lise destrutiva das plantas (GOMES et al., 2002). Plantas altas e com baixo di\u00e2metro de coleto apresentam dificuldades em se manterem eretas ap\u00f3s o plantio, e a rela\u00e7\u00e3o adequada entre essas duas caracter\u00edsticas permite uma maior sobreviv\u00eancia da planta no campo (PACHECO et al., 2013; VIANA et al., 2008).

A rela\u00e7\u00e3o massa seca da parte a\u00e9rea/massa seca de raiz apresentou maiores m\u00e9dias no m\u00e1ximo sombreamento (57,82  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), com comportamento quadr\u00e1tico para os diferentes n\u00edveis de sombreamento, \u00e0 exce\u00e7\u00e3o o substrato areia, no qual o efeito do sombreamento n\u00e3o foi significativo e fibra de coco, que apresentou efeito linear. Os pontos de m\u00ednima calculados em fun\u00e7\u00e3o das equa\u00e7\u00f5es quadr\u00e1ticas foram: 708,36 para o substrato terra de subsolo, 741,38 para vermiculita, 758,78 para HS-Florestal<sup>®</sup>, e 722,79  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  para a mistura de HS-Florestal<sup>®</sup>, vermiculita e fibra de coco. Por apresentar maior produ\u00e7\u00e3o de biomassa na parte a\u00e9rea, as plantas cultivadas em condi\u00e7\u00f5es do sombreamento elevado tendem a apresentar maiores valores dessa rela\u00e7\u00e3o quando comparadas com aquelas que cresceram sob maior radi\u00e2ncia. Essa tend\u00eancia \u00e9 causada pela adapta\u00e7\u00e3o da planta \u00e0 baixa luminosidade, ampliando a superf\u00edcie fotossint\u00e9tica ou buscando fontes de luz, investindo energia para o crescimento em altura, al\u00e9m do fato de que mudas produzidas em ambiente mais iluminado tendem a apresentar menor produ\u00e7\u00e3o de biomassa radicular, permitindo maior absor\u00e7\u00e3o de \u00e1gua, de forma a suportar taxas mais elevadas de fotoss\u00edntese e transpira\u00e7\u00e3o (CARVALHO et al., 2006; SILVA et al., 2007).

Em maior sombreamento (57,82  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), o substrato terra de subsolo foi aquele que promoveu maior valor desta rela\u00e7\u00e3o, devido ao fato de ter promovido ra\u00edzes de menor comprimento e massa. De modo geral, a rela\u00e7\u00e3o entre as massas da parte a\u00e9rea e da raiz ficaram pr\u00f3ximas a um, indicando um equil\u00edbrio, \u00e0 exce\u00e7\u00e3o das mudas produzidas no substrato terra de subsolo sob sombreamento de tr\u00eas telas, cuja rela\u00e7\u00e3o foi superior a dois.

Essa relação é considerada como um índice seguro e eficiente para expressar o padrão de qualidade das mudas, sendo bastante empregado como padrão de qualidade em medições de crescimento ou estudos ecológicos e fisiológicos (GOMES; PAIVA, 2013).

Os teores de clorofila (Tabela 8) demonstram uma influência do sombreamento sobre o acúmulo de pigmentos fotossintetizantes nas folhas, sendo que ocorreu um comportamento quadrático em todos os substratos para a clorofila *a*, com pontos de mínima de 744,35 (areia), 713,31 (terra de subsolo), 714,69 (fibra de coco), 839,95 (vermiculita), 791,76 (HS-Florestal®) e 756,94  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (mistura de HS-Florestal®, vermiculita e fibra de coco).

TABELA 8: Teores de clorofila *a* (Cl. *a*), *b* (Cl. *b*) e total (Cl t) das mudas de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* produzidas em diferentes sombreamentos e substratos. Alegre-ES, 2014

TABLE 8: Chlorophyll content *a* (Cl. *a*), *b* (Cl. *b*) and total (Cl t) of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seedlings produced in different substrates and shading. Alegre-ES, 2014

Var	Sub	Luminosidade ( $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )				Equa\u00e7\u00e3o	R <sup>2</sup>
		57,82	140,32	417,40	1165,00		
Cl. <i>a</i> (mg g <sup>-1</sup> MF)	AR	1,82 b	0,79 a	0,57 b	0,64 b	$\hat{Y} = 1,76 - 4,4 \cdot 10^{-3}x + 3,0 \cdot 10^{-6}x^2$	0,73
	TS	2,40 a	0,78 a	0,90 a	1,06 a	$\hat{Y} = 2,15 - 5,0 \cdot 10^{-3}x + 3,5 \cdot 10^{-6}x^2$	0,48
	FC	1,14 d	0,39 b	0,23 d	0,39 c	$\hat{Y} = 1,11 - 3,3 \cdot 10^{-3}x + 2,3 \cdot 10^{-6}x^2$	0,71
	VR	1,90 b	0,89 a	0,70 b	0,39 c	$\hat{Y} = 1,82 - 4,0 \cdot 10^{-3}x + 2,4 \cdot 10^{-6}x^2$	0,78
	CM	1,41 c	0,69 a	0,40 c	0,31 c	$\hat{Y} = 1,41 - 3,6 \cdot 10^{-3}x + 2,3 \cdot 10^{-6}x^2$	0,84
	MS	2,40 a	0,48 b	0,42 c	0,36 c	$\hat{Y} = 2,17 - 6,7 \cdot 10^{-3}x + 4,4 \cdot 10^{-6}x^2$	0,61
Cl. <i>b</i> (mg g <sup>-1</sup> MF)	AR	0,34 d	0,22 c	0,32 a	0,27 a	-	-
	TS	0,65 a	0,15 d	0,37 a	0,28 a	$\hat{Y} = 0,50 - 6,9 \cdot 10^{-4}x + 4,3 \cdot 10^{-7}x^2$	0,17
	FC	0,17 e	0,13 d	0,18 b	0,16 b	-	-
	VR	0,45 c	0,41 a	0,25 b	0,14 b	$\hat{Y} = 0,43 - 2,72 \cdot 10^{-4}x$	0,89
	CM	0,14 e	0,32 b	0,12 c	0,18 b	-	-
	MS	0,57 b	0,26 b	0,23 b	0,18 b	$\hat{Y} = 0,54 - 1,2 \cdot 10^{-3}x + 7,2 \cdot 10^{-7}x^2$	0,71
Cl. t (mg g <sup>-1</sup> MF)	AR	2,96 b	1,29 a	0,95 b	1,05 b	$\hat{Y} = 2,87 - 7,1 \cdot 10^{-3}x + 4,8 \cdot 10^{-6}x^2$	0,72
	TS	3,92 a	1,27 a	1,48 a	1,74 a	$\hat{Y} = 3,51 - 8,2 \cdot 10^{-3}x + 5,7 \cdot 10^{-6}x^2$	0,48
	FC	1,86 d	0,64 b	0,38 d	0,64 c	$\hat{Y} = 1,80 - 5,3 \cdot 10^{-3}x + 3,7 \cdot 10^{-6}x^2$	0,71
	VR	3,10 b	1,48 a	1,16 b	0,64 c	$\hat{Y} = 2,98 - 6,5 \cdot 10^{-3}x + 3,8 \cdot 10^{-6}x^2$	0,79
	CM	2,29 c	1,13 a	0,66 c	0,51 c	$\hat{Y} = 2,30 - 5,8 \cdot 10^{-3}x + 3,6 \cdot 10^{-6}x^2$	0,85
	MS	3,92 a	0,79 b	0,70 c	0,59 c	$\hat{Y} = 3,54 - 1,1 \cdot 10^{-2}x + 7,2 \cdot 10^{-6}x^2$	0,61

M\u00e9dias seguidas de mesma letra min\u00fascula nas colunas, n\u00e3o diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, em n\u00edvel de 5% de probabilidade.

Var = vari\u00e1vel; Sub = substrato; AR = areia; TS = terra de subsolo+lodo de esgoto; FC = fibra de coco; VR = vermiculita; CM = substrato comercial HS-Florestal®; MS = mistura de substrato comercial HS-Florestal®+vermiculita+fibra de coco; MF = massa fresca.

Para a clorofila b houve efeito significativo do sombreamento, linear para o substrato vermiculita; e quadrático para terra de subsolo e mistura de HS-Florestal<sup>®</sup>, vermiculita e fibra de coco, com ponto de mínima de 801,00 e 799,17  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , respectivamente. Para os teores de clorofila total, ocorreu efeito significativo do sombreamento para todos os substratos, com comportamento quadrático, e pontos de mínima de: 744,77 (areia), 712,98 (terra de subsolo), 713,92 (fibra de coco), 843,05 (vermiculita), 791,76 (HS-Florestal<sup>®</sup>) e 756,85  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (mistura de HS-Florestal<sup>®</sup>, vermiculita e fibra de coco).

É possível constatar que os maiores teores de clorofila *a* e total foram obtidos nos maiores sombreamentos. De maneira similar, Ferreira et al. (2012) relataram maior teor de clorofila em maior sombreamento, para mudas de *Piptadenia stipulacea* e *Anadenanthera colubrina*; e Lenhard et al. (2013), para mudas de *Caesalpinia ferrea*. O aumento nos teores de clorofila em condições de sombreamento tem o objetivo de potencializar a eficiência fotossintética em ambiente onde a disponibilidade de luz é reduzida, característica presente na maioria das plantas, que desenvolvem a capacidade de aclimatar-se às condições de luminosidade, ajustando o aparato fotossintético para absorção adequada e utilização da energia disponível (GONÇALVES et al., 2010; SEARLE et al., 2011). Essa variação na biossíntese de clorofila em diferentes condições de luminosidade proporciona vantagens quanto ao sucesso reprodutivo e crescimento das espécies vegetais (LARCHER, 2006).

Dentro dos diferentes níveis de sombreamento, as mudas produzidas no substrato fibra de coco apresentaram menores teores de clorofila, com diferença mais evidente no maior sombreamento (57,82  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). Esse resultado contrasta com o esperado, já que a fibra de coco é o substrato com maior teor de nitrogênio, um elemento constituinte da clorofila e essencial em sua síntese (GOMES; PAIVA, 2013). A baixa produção de clorofila pode estar associada ao fato de que o N presente no substrato estar disposto na forma orgânica, de difícil assimilação pelo vegetal.

Nas condições de sol pleno (1165  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e sob uma tela (417,40  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), o substrato terra de subsolo promoveu os maiores teores de clorofila *a* e total, enquanto no maior sombreamento (57,82  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) a terra de subsolo também promoveu maiores teores de clorofila, juntamente com a mistura de HS-Florestal<sup>®</sup>, vermiculita e fibra de coco.

Com relação ao teor de carotenoides e às relações clorofila *a/b* e clorofila total/carotenoides (Tabela 9) houve efeito significativo dos sombreamentos, com comportamento quadrático em todos os substratos, a exceção da vermiculita, para a relação clorofila *a/b*. Para os teores de carotenoides, os pontos de mínima foram: 669,66 (areia), 706,58 (terra de subsolo), 683,72 (fibra de coco), 800,13 (vermiculita), 650,60 (HS-Florestal<sup>®</sup>) e 731,87  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (mistura de HS-Florestal<sup>®</sup>, vermiculita e fibra de coco).

TABELA 9: Teor de carotenoides (Car.), razão clorofila *a/b* (Cl. *a/b*) e clorofila total/carotenoides (Cl. t/car.) de mudas de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* produzidas em diferentes sombreamentos e substratos. Alegre-ES, 2014

TABLE 9: Carotenoid content (Car.), chlorophyll ratio *a/b* (Cl. *a/b*) and total chlorophyll/carotenoid (Cl. t/car.) of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seedlings produced in different substrates and shading. Alegre-ES, 2014

Var	Sub	Luminosidade ( $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )				Equa\u00e7\u00e3o	R <sup>2</sup>
		57,82	140,32	417,40	1165,00		
Car. (mg g <sup>-1</sup> MF)	AR	0,69 b	0,35 b	0,34 c	0,46 a	$\hat{Y} = 0,66 - 1,3 \cdot 10^{-3}x + 9,6 \cdot 10^{-7}x^2$	0,56
	TS	0,96 a	0,32 b	0,51 a	0,52 a	$\hat{Y} = 0,81 - 1,4 \cdot 10^{-3}x + 9,7 \cdot 10^{-7}x^2$	0,27
	FC	0,44 c	0,18 d	0,22 d	0,26 c	$\hat{Y} = 0,39 - 7,3 \cdot 10^{-4}x + 5,3 \cdot 10^{-7}x^2$	0,39
	VR	0,73 b	0,47 a	0,39 b	0,34 b	$\hat{Y} = 0,73 - 1,2 \cdot 10^{-3}x + 7,5 \cdot 10^{-7}x^2$	0,82
	CM	0,47 c	0,35 b	0,24 d	0,39 b	$\hat{Y} = 0,51 - 9,9 \cdot 10^{-4}x + 7,6 \cdot 10^{-7}x^2$	0,95
	MS	0,91 a	0,24 c	0,33 c	0,33 b	$\hat{Y} = 0,79 - 1,9 \cdot 10^{-3}x + 1,3 \cdot 10^{-6}x^2$	0,44
Cl. <i>a/b</i>	AR	5,46 c	3,53 b	1,84 b	2,35 b	$\hat{Y} = 5,84 - 1,4 \cdot 10^{-2}x + 9,4 \cdot 10^{-6}x^2$	0,94
	TS	3,69 d	5,41 a	2,42 b	3,86 a	$\hat{Y} = 5,06 - 7,7 \cdot 10^{-3}x + 5,7 \cdot 10^{-6}x^2$	0,38
	FC	6,87 b	3,09 b	1,26 b	2,69 b	$\hat{Y} = 7,10 - 2,1 \cdot 10^{-2}x + 1,5 \cdot 10^{-5}x^2$	0,84
	VR	4,25 d	2,19 c	2,96 a	2,87 b	-	-
	CM	9,64 a	2,20 c	3,52 a	1,75 b	$\hat{Y} = 8,12 - 1,8 \cdot 10^{-2}x + 1,1 \cdot 10^{-5}x^2$	0,49
	MS	4,27 d	1,86 c	1,88 b	2,07 b	$\hat{Y} = 3,95 - 8,1 \cdot 10^{-3}x + 5,6 \cdot 10^{-6}x^2$	0,55
Cl. t/ car.	AR	4,27 b	3,69 a	2,84 a	2,27 c	$\hat{Y} = 3,98 - 1,61 \cdot 10^{-3}x$	0,83
	TS	4,10 b	3,96 a	2,91 a	3,30 a	$\hat{Y} = 4,48 - 5,1 \cdot 10^{-3}x + 3,5 \cdot 10^{-6}x^2$	0,97
	FC	4,24 b	3,64 a	1,74 b	2,59 b	$\hat{Y} = 4,89 - 1,1 \cdot 10^{-2}x + 7,4 \cdot 10^{-6}x^2$	0,99
	VR	4,25 b	3,14 b	2,97 a	1,90 c	$\hat{Y} = 3,84 - 1,73 \cdot 10^{-3}x$	0,82
	CM	4,86 a	3,23 b	2,81 a	1,34 d	$\hat{Y} = 4,21 - 2,60 \cdot 10^{-3}x$	0,82
	MS	4,32 b	3,35 b	2,14 b	1,77 c	$\hat{Y} = 3,76 - 1,94 \cdot 10^{-3}x$	0,71

M\u00e9dias seguidas de mesma letra min\u00fascula nas colunas, n\u00e3o diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, em n\u00edvel de 5% de probabilidade.

Var = vari\u00e1vel; Sub = substrato; AR = areia; TS = terra de subsolo+lodo de esgoto; FC = fibra de coco; VR = vermiculita; CM = substrato comercial HS-Florestal<sup>®</sup>; MS = mistura de substrato comercial HS-Florestal<sup>®</sup>+vermiculita+fibra de coco; MF = massa fresca.

Com rela\u00e7\u00e3o \u00e0 rela\u00e7\u00e3o clorofila *a/b*, os pontos de m\u00ednima foram: 742,05 (areia), 675,34 (terra de subsolo), 707,30 (fibra de coco), 824,26 (HS-Florestal<sup>®</sup>) e 725,72  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (mistura de HS-Florestal<sup>®</sup>, vermiculita e fibra de coco). Para e a rela\u00e7\u00e3o clorofila total/carotenoides, houve efeito quadr\u00e1tico para os substratos terra de subsolo e fibra de coco, com pontos de m\u00ednima de 726,78 e 717,07  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , respectivamente.

Nota-se maiores médias nas mudas produzidas em ambiente com maior sombreamento ( $57,82 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ). Os carotenoides funcionam como mol\u00e9culas fotoprotetoras, por meio de uma dissipat\u00e3o r\u00e1pida dos estados excitados da clorofila (TAIZ; ZEIGER, 2013), sendo que, normalmente, as plantas expostas a condi\u00e7\u00f5es de alta radi\u00e2ncia apresentam teores de carotenoides maior do que aquelas mantidas em ambiente sombreado, o que n\u00e3o ocorreu com as mudas de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* nas condi\u00e7\u00f5es avaliadas.

Para os carotenoides, o efeito do substrato foi similar ao observado para as clorofilas, sendo que a fibra de coco novamente promoveu os menores teores, em todos os n\u00edveis de sombreamento. O substrato terra de subsolo apresentou altos teores em todos os n\u00edveis, \u00e0 exce\u00e7\u00e3o do sombreamento com duas telas ( $140,32 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), sob o qual as mudas produzidas em vermiculita apresentaram m\u00e9dias maiores. A mistura de HS-Florestal<sup>®</sup>, vermiculita e fibra de coco, tamb\u00e9m promoveu maiores \u00edndices de carotenoides no m\u00e1ximo sombreamento ( $57,82 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ).

Da mesma forma como a condi\u00e7\u00e3o de sombreamento pode limitar a capacidade fotossint\u00e9tica do vegetal, a exposi\u00e7\u00e3o prolongada a altas irradi\u00e2ncias pode ser prejudicial, pois a planta absorve mais luz do que consegue utilizar, provocando fotoinibi\u00e7\u00e3o, afetando a incorpora\u00e7\u00e3o de  $\text{CO}_2$  e causando diminui\u00e7\u00e3o do crescimento, podendo culminar na morte (KITAO et al., 2000). A alta radia\u00e7\u00e3o pode causar efeitos foto-oxidativos, danosos ao aparato fotossint\u00e9tico, em especial ao fotossistema II, resultando na diminui\u00e7\u00e3o da efici\u00eancia qu\u00e2ntica da fotoss\u00edntese (CABRERA, 2002). Como as mol\u00e9culas de clorofila est\u00e3o em constante s\u00edntese e degrada\u00e7\u00e3o, sob condi\u00e7\u00f5es de radia\u00e7\u00e3o intensa, o processo degradativo ocorre de forma acentuada, o que \u00e9 comprovado pelo fato de folhas de sombra apresentarem maior concentra\u00e7\u00e3o de clorofila que aquelas produzidas no sol (KOZLOWSKI; PALLARDY, 1997).

O aparato fotossint\u00e9tico \u00e9 ajustado em fun\u00e7\u00e3o das altera\u00e7\u00f5es luminosas do ambiente, objetivando uma maior efici\u00eancia na absor\u00e7\u00e3o e transfer\u00eancia de energia para os processos fotossint\u00e9ticos, podendo as clorofilas e carotenoides serem utilizados como indicadores da ambienta\u00e7\u00e3o da planta (MARTINS et al., 2010).

#### 4 CONCLUSÕES

Para a emergência de plântulas de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* é indicada a semeadura em areia, sem o uso de sombreamento.

Na fase inicial de crescimento, a espécie apresenta comportamento tolerante ao sombreamento.

A produção de mudas de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* pode ser realizada com sombreamento intermediário (140,32 e 417,40  $\mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), utilizando-se uma ou duas telas de poliolefina preta, em areia, no substrato comercial HS-Florestal<sup>®</sup> ou na mistura de HS-Florestal<sup>®</sup>, vermiculita e fibra de coco.

## 5 REFERÊNCIAS

- AJJALA, A. C. A.; VOLPE, E.; VIEIRA, M. do C.; ZARATE, N. A. H. Produção de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.) sob três níveis de sombreamento e quatro classes texturais de solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 3, p. 888-896, 2012.
- ALMEIDA, L. P. de; ALVARENGA, A. A. de; CASTRO, E. M. de; ZANELA, S. M.; VIEIRA, C. V. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 83-88, 2004.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.
- CABRERA, H. M. Respuestas ecofisiológicas de plantas en ecosistemas de zonas con clima mediterráneo y ambientes de altamontaña. **Revista Chilena de História Natural**, Santiago, v. 75, n. 3, p. 625-637, 2002.
- CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; FARIA, J. C. T.; JUVANHOL, R. S. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 31-39, 2013.
- CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. de S.; CREPALDI, I. C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 351-357, 2006.
- DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A. A. de; ARANTES, L. de O.; OLIVERA, D. M. de; NERY, F. C. Germinação de sementes de tanchagem (*Plantago tomentosa* Lam.): influência da temperatura, luz e substrato. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 438-443, 2008.
- DUTRA, T. R.; GRAZZIOTTI, P. H.; SANTANA, R. C.; MASSAD, M. D. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 321-329, 2012.
- DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SARMENTO, M. F. Q.; OLIVEIRA, J. C. de. Substratos alternativos e métodos de quebra de dormência para produção de mudas de canafístula. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 1, p. 72-78, 2013.
- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. Experimental designs: um pacote r para análise de experimentos. **Revista da Estatística da Universidade Federal de Ouro Preto**. Ouro Preto, v. 1, n. 1, p.1-9, 2011.
- FERREIRA, W. N.; ZANDAVALLI, R. B.; BEZERRA, A. M. E.; MEDEIROS-FILHO, S. Crescimento inicial de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke (Mimosaceae) e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altshul (Mimosaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 26, n.2, p. 408-414, 2012.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Ed.) **Sementes florestais tropicais**, Brasília: ABRATES, 1993. p. 137-174.

GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; VENTRELLA, M. C.; GARCEZ-NETO, A. F.; ROCHA, G. C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 7, p. 1436-1444, 2011.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. de. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa: Editora UFV, 2013. 116 p.

GONÇALVES, F. G.; ALEXANDRE, R. S.; SILVA, A. G. da; LEMES, E. de Q.; ROCHA, A. P. da; RIBEIRO, M. P. de A. Emergência e qualidade de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Fabaceae) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1125-1133, 2013.

GONÇALVES, J. F. de C.; SILVA, C. E.; GUIMARÃES, D. G.; BERNARDES, R. S. Análise dos transientes da fluorescência da clorofila a de plantas jovens de *Carapa guianensis* e *Dipterx odorata* submetidas a dois ambientes de luz. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 89-98, 2010.

GRAVE, F.; FRANCO, E. T. H.; PACHECO, J. P.; SANTOS, S. R. Crescimento de plantas jovens de açoita-cavalo em quatro diferentes substratos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 4, p. 289-298, 2007.

HERNANDES, J. L.; PEDRO-JUNIOR, M. J.; BARDIN, L. Variação estacional da radiação solar em ambiente externo e no interior de floresta semidecídua. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 167-172, 2004.

HUANG, D.; WU, L.; CHEN, J. R.; DONG, L. Morphological plasticity, photosynthesis and chlorophyll fluorescence of *Athyrium pachyphlebium* at different shade levels. **Photosynthetica**, Praha, v. 49, n. 4, p. 611-618, 2011.

HUNT, R. **Plant growth curves: the functional approach to plant growth analysis**. London: Edward Arnold Publishers, 1982. 248 p.

INCAPER, INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Boletim agroclimático de Alegre**, Espírito Santo, 11 jun. 2014. Disponível em: <[http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=alegre\\_bol](http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=alegre_bol)> Acesso em 11 jun. 2014.

KITAO, M; LEI, T. T.; KOIKE, T.; TOBITA, H.; MARUYAMA, Y.; MATSUMOTO, Y.; ANG, L. Temperature response and photoinhibition investigated by chlorophyll fluorescence measurements for four distinct species of dipterocarp trees. **Physiologia Plantarum**, Lund, v. 109, n. 3, p. 284-290, 2000.

KOZLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. **Physiology of woody plants**. 2 ed. New York: Academic Press, 1997. 411 p.

LANG, D. Z.; BOTREL, M. C. G. Desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em diferentes substratos. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 1, n. 1, p. 107-117, 2008.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006. 531 p.

LENHARD, N. R.; PAIVA-NETO, V. B. de; SCALON, S. de P. Q. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 178-186, 2013.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: PACKER, L.; DOUCE, R. (Ed.) **Methods in Enzimology**, London: Academic Press, v. 148, p. 350-381, 1987.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C.; SILVA, M R. da. Efeitos da irrigação na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 68, p. 97-106, 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, v. 1. 6 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014. 384 p.

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

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. v. 12. Piracicaba: FEALQ. 2005, 495 p.

MARTINS, C. C.; MARTINS, D.; NEGRISOLI, E.; STANGUERLIM, H. Comportamento germinativo de sementes de leiteiro (*Peschiera fuchsiaefolia*): efeito da temperatura e luz. **Planta Daninha**, v. 18, n. 1, p. 85-91, 2000.

MARTINS, J. R.; ALVARENGA, A. A. de; CASTRO, E. M. de; SILVA, A. P. O. da; ALVES, E. Teores de pigmentos fotossintéticos e estrutura de cloroplastos de alfavaca-cravo cultivadas sob malhas coloridas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 1, p. 64-69, 2010.

MOTA, L. H. S.; SCALON, S. de P. Q.; MUSSURY, R. M. Efeito do condicionamento osmótico e sombreamento na germinação e no crescimento inicial das mudas de angico (*Anadenanthera falcata* Benth. Speg.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 15, n. 4, sup. 1, p. 655-663, 2013.

OLIVEIRA, K. F.; SOUZA, A. M. de; SOUSA, G. T. de O.; COSTA, A. L. M. da; FREITAS, M. L. Estabelecimento de mudas de *Eucalyptus* spp. e *Corymbia citriodora* em diferentes substratos. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 21, n. 1, p. 30-36, 2014.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. de; BERG, E. V. D.; SOBRAL, M. E. G.; PIFANO, D. S.; SANTOS, R. M. dos; VALENTE, A. S. M.; MACHADO, E. L. M.; MARTINS, J. C.; SILVA, C. P. de C. Espécies de ocorrência do domínio atlântico e do cerrado. In: OLIVEIRA-

FILHO, A. T. de; SCOLFORO, J. R. (Ed.) **Inventário florestal de Minas Gerais: espécies arbóreas da flora nativa**. Lavras: Editora UFLA, 2008, 619 p.

PACHECO, F. V.; PEREIRA, C. R.; SILVA, R. L. da; ALVARENGA, I. C. A. Crescimento inicial de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex. Benth. (Fabaceae) e *Chorisia speciosa* A.St. Hil (Malvaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 945-953, 2013.

PEDÓ, T.; AUMONDE, T. Z.; MARTINAZZO, E. G.; VILLELA, F. A.; LOPES, N. F.; MAUCH, C. R. Análise de crescimento de plantas de rabanete submetidas a doses de adubação nitrogenada. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 1-7, 2014.

R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2014. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>.

SARZI, I.; VILLAS-BOAS, R. L.; SILVA, M. R. da; CARVALHO, J. L. de. Características biométricas de mudas de *Tabebuia chrysotricha* (Standl.) formadas em diferentes substratos e soluções de fertirrigação, quando plantadas em campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 241-249, 2010.

SCALON, S. de P. Q.; MUSSURY, R. M.; SCALON-FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 753-758, 2003.

SCALON, S. de P. Q.; SCALON-FILHO, H.; MASETTO, T. E. Aspectos da germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de aroeira. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 4, p. 533-539, 2012.

SCHOCK, A. A.; RAMM, A.; MARTINAZZO, E. G.; SILVA, D. M.; BACARIN, M. A. Crescimento e fotossíntese de plantas de pinhão-mansu cultivadas em diferentes condições de luminosidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 1, p. 3-9, 2014.

SEARLE, S. Y.; THOMAS, S.; GRIFFIN, K. L.; HORTON, T.; KORNFELD, A.; YAKIR, D.; HURRY, V.; TURNBULL, M. H. Leaf respiration and alternative oxidase in field-grown alpine grasses respond to natural changes in temperature and light. **New Phytologist**, Lancaster, v. 189, n. 4, p. 1027-1039, 2011.

SILVA, B. M. S. e; LIMA, J. D.; DANTAS, V. A. V.; MORAES, W. da S.; SABONARO, D. Z. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 1019-1026, 2007.

SILVA, M. L. S.; VIANA, A. E. S.; JOSÉ, A. R. S.; AMARAL, C. L. F.; MATSUMOTO, S. N.; PELACANI, C. R. Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 513-521, 2006.

TAIZ; L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: ARTMED, 2013. 820 p.

TEIXEIRA, W. .; FAGAN, E. B.; SILVA, J. O.; SILVA, P. G. da; SILVA, F. H.; SOUSA, M. C.; CANEDO, S. de C. Atividade da enzima nitrato redutase e crescimento de *Swietenia*

*macrophylla* King sob efeito de sombreamento. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 1, p. 91-98, 2013.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; CUSATIS, A. C.; HIGA, A. R. Crescimento e nutrição de mudas de *Tectona grandis* produzidas em substratos orgânicos. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 42, n.101, p. 49-56, 2014.

VIANA, J. S.; GONÇALVES, E. P.; ANDRADE, L. A. de; OLIVEIRA, L. S. B. de; SILVA, E. de O. Crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* Link. em diferentes tamanhos de recipientes. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 4, p. 663-671, 2008.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica - organografia**: quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos. 4 ed. Viçosa: Editora UFV, 2005. 124 p.

WENDLING, I.; GUASTALA, D.; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 209-220, 2007.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente trabalho permitiram concluir que:

- As medidas biométricas das sementes de leiteiro apresentam grande variação;
- A absorção de água pelas sementes apresenta um padrão trifásico, observado pelos métodos de embebição em rolo de papel e placa de Petri;
- Para a germinação das sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, recomenda-se o uso de temperatura constante entre 25 e 30 °C, sobre os substratos areia, vermiculita, fibra de coco ou substrato comercial HS-Florestal<sup>®</sup>;
- O uso de papel não é recomendado como substrato para os testes de germinação de sementes da espécie;
- Para o envelhecimento acelerado de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* deve-se proceder pelo método tradicional, a temperatura de 45°C e exposição ao envelhecimento de 96 horas;
- O método de envelhecimento acelerado com uso de solução salina não é recomendado para avaliar o vigor de sementes de leiteiro;
- Na fase inicial de crescimento, a espécie é tolerante ao sombreamento;
- A produção de mudas de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* pode ser realizada sob sombreamento de uma ou duas telas sombrite, nos substratos areia, HS-Florestal<sup>®</sup>, ou mistura de HS-Florestal<sup>®</sup>, vermiculita e fibra de coco.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A - TABELAS DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA (ANOVA)

TABELA A.1: Análise de variância das variáveis: germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), porcentagem de plântulas normais (PN) e de sementes mortas (SM), comprimento de raiz (CR) e parte aérea (CPA), e massa seca total de plântulas (MST) de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, em diferentes substratos e temperaturas. Alegre-ES, 2014

TABLE A.1: Analysis of variance of the variables: germination (G), germination speed index (IVG), mean germination time (TMG), percentage of normal seedlings (PN) and dead seeds (SM), root length (CR), part air length (CPA), and dry mass (MST) of seedlings of *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, in different substrates and temperatures. Alegre-ES, 2014

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		G	IVG	TMG	PN
Temp	5	852,44*	0,55*	27,41*	5408,70*
Sub	5	606,84*	0,40*	55,30*	2402,30*
Temp*Sub	25	218,52*	0,11*	8,63*	510,80*
Res	108	113,85	0,06	3,72	208,60
Média	-	51,9	0,9140	14,7	78,7
CV (%)	-	20,54	26,84	13,09	18,34
Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		SM	CR	CPA	MSP
Temp	5	1925,71*	82,52*	36,89*	0,00105*
Sub	5	1064,11*	69,76*	18,92*	0,00016*
Temp*Sub	25	223,63*	3,93*	3,49*	0,00022*
Res	108	89,30	0,97	0,76	0,00003
Média	-	28,5	4,4	4,5	0,0337
CV (%)	-	33,12	22,36	19,28	18,02

\* Valor de F significativo em nível de 5% de probabilidade.

Temp = temperatura, Sub = substrato, Res = resíduo, CV = coeficiente de variação, GL = graus de liberdade.

TABELA A.2: Análise de variância das variáveis: Germinação (G), índice de velocidade (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) das sementes; comprimento de raiz (CR) e de parte aérea (CPA), massa seca de plântulas (MSP) e porcentagem de plântulas normais (PN) provenientes de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, submetidas ao teste de envelhecimento acelerado convencional (EA) e envelhecimento em solução salina (EASS), a 41, 43 e 45 °C, por 0, 24, 48, 72 e 96 horas. Alegre-ES, 2014

TABLE A.2: Analysis of variance of the variables: Germination (G), germination speed index (IVG) and mean germination time (TMG) of seeds; root (CR) and aerial part length (CPA), dry matter (MSP) and percentage of normal seedlings (PN) of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seeds, subjected to conventional accelerated aging test (EA) and aging in saline solution (EASS) at 41, 43 and 45 °C, for 0, 24, 48, 72 and 96 hours. Alegre-ES, 2014

		EA						
Fonte de variação	GL	Quadrados médios						
		G	IVG	TMG	CR	CPA	MSP	PN
Temperatura	2	154,40	0,1368	0,087*	10,23*	1,04	0,00013*	163,66
Erro a	9	117,87	0,0538	0,012	0,19	0,28	0,000004	138,16
Tempo	4	832,00*	0,7209*	0,018*	7,89*	0,73*	0,00001*	1346,08*
Temperatura*Tempo	8	320,40*	0,3837*	0,037*	0,87*	0,12	0,00002*	269,40
Erro b	36	92,53	0,1041	0,011	0,27	0,18	0,000005	133,58
Média	-	56,00	1,5493	9,82	3,99	4,75	0,0238	77,26
CV1 (%)	-	19,39	14,98	4,84	10,99	11,06	8,41	15,21
CV2 (%)	-	17,18	20,83	4,61	13,02	8,87	9,40	14,96
		EASS						
Fonte de variação	GL	Quadrados médios						
		G	IVG	TMG	CR	CPA	MSP	PN
Temperatura		5,07	0,0631	0,095*	10,00*	3,27*	0,00014*	143,38
Erro a		162,31	0,0982	0,007	0,50	0,20	0,000014	96,14
Tempo		769,73*	1,2702*	0,220*	8,02*	0,63	0,000032*	108,39
Temperatura*Tempo		164,73	0,1409*	0,031	1,06*	0,39	0,000023*	142,08
Erro b		84,98	0,0548	0,017	0,27	0,27	0,000010	87,49
Média		45,47	1,1194	11,67	3,95	4,80	0,0262	85,17
CV1 (%)	-	28,02	27,99	3,43	17,85	9,25	14,26	11,51
CV2 (%)	-	20,28	20,92	5,35	13,05	10,92	12,05	10,98

\* valor de F significativo em nível de 5% de probabilidade.

CV = coeficiente de variação, GL = graus de liberdade.

TABELA A.3: Análise de variância das variáveis: Emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas; altura (H), comprimento de raiz (CR), diâmetro de coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSA) e da raiz (MSR), área foliar (AF), razão de área foliar (RAF), número de folhas (NF), relação altura/diâmetro do coleto (H/DC) e massa seca da parte aérea/raiz (MSA/MSR), teores de clorofila *a* (Cl. *a*), *b* (Cl. *b*), total (Cl. *t*) e carotenoides (Car.), razão clorofila *a/b* (Cl. *a/b*) e clorofila total/carotenoides (Cl. *t/car.*) de mudas de *Tabernaemontana fuchsiaefolia*, produzidas em diferentes sombreamentos e substratos. Alegre-ES, 2014

TABLE A.3: Analysis of variance of the variables: Emergence (E), emergence speed index (IVE), height (H), root length (CR), root collar diameter (DC), dry mass of aerial part (MSA) and root (MSR), leaf area (AF), leaf area ratio (RAF), leaves number (NF), height/root collar diameter (H/DC) and dry mass of aerial part/root (MSA/MSR), chlorophyll content *a* (Cl. *a*), *b* (Cl. *b*), total (Cl. *t*) and carotenoid (Car.), chlorophyll ratio *a/b* (Cl. *a/b*) and chlorophyll total/carotenoid (Cl. *t/car.*) of *Tabernaemontana fuchsiaefolia* seedlings produced in different substrates and shading. Alegre-ES, 2014

Fonte de variação	GL	Quadrados médios								
		E	IVE	H	CR	DC	MSA	MSR	AF	RAF
Somb	3	273,500	0,025	52,370*	19,812*	0,178*	0,0054*	0,0028*	742,30*	22739,4*
Erro a	12	172,389	0,011	0,280	2,167	0,010	0,0003	0,0001	9,13	58,1
Sub	5	46,167	0,022*	6,668*	18,217*	0,070*	0,0038*	0,0036*	93,03*	561,2*
Somb*Sub	15	176,833	0,014*	1,994*	7,167*	0,027*	0,0013*	0,0006*	52,74*	288,5*
Erro b	60	104,522	0,006	0,270	2,548	0,013	0,0002	0,0001	5,98	42,8
Média	-	55,8	0,3968	6,1	15,0	1,80	0,0812	0,0683	11,83	77,18
CVa (%)	-	23,53	25,94	8,67	9,80	6,64	19,75	16,94	25,55	9,88
CVb (%)	-	18,33	18,78	8,52	10,63	6,38	15,82	14,85	20,67	8,47

Fonte de variação	GL	Quadrados médios								
		NF	H/DC	MSA/MSR	Cl. <i>a</i>	Cl. <i>b</i>	Cl. <i>t</i>	Car.	Cl. <i>a/b</i>	Cl. <i>t/Car.</i>
Somb	3	0,485	14,062*	1,377*	9,723*	0,155*	25,698*	0,777*	57,725*	22,332*
Erro a	12	0,253	0,120	0,023	0,016	0,002	0,040	0,003	0,228	0,117
Sub	5	2,518*	3,205*	0,568*	1,039*	0,098*	2,802*	0,177*	5,970*	0,888*
Somb*Sub	15	1,586*	0,478*	0,093*	0,238*	0,057*	0,643*	0,044*	8,681*	0,902*
Erro b	60	0,342	0,116	0,033	0,011	0,002	0,030	0,002	0,337	0,102
Média	-	4,6	3,40	1,2328	0,89	0,27	1,46	0,43	3,41	3,15
CVa (%)	-	11,06	10,19	12,17	13,96	16,37	13,72	12,36	13,98	10,86
CVb (%)	-	12,85	9,99	14,67	11,92	17,15	11,79	9,92	17,02	10,13

\* valor de F significativo em nível de 5% de probabilidade.

Somb = sombreamento; Sub = substrato; CV = coeficiente de variação, GL = graus de liberdade.