

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ESTRESSES HÍDRICO E SALINO NA GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE *Tabebuia roseoalba*, *Handroanthus
chrysotrichus* e *H. impetiginosus* E REPETIBILIDADE
PARA CARACTERES DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE
SEMENTES DE MATRIZES DE *H. impetiginosus***

Tamara Mariel Valdovinos

Licenciada em Genética

2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ESTRESSES HÍDRICO E SALINO NA GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE *Tabebuia roseoalba*, *Handroanthus
chrysotrichus* e *H. impetiginosus* E REPETIBILIDADE
PARA CARACTERES DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE
SEMENTES DE MATRIZES DE *H. impetiginosus***

Tamara Mariel Valdovinos

Orientador: Prof. Dr. Rinaldo César de Paula

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas)

2020

V147e

Valdovinos, Tamara Mariel

Estresses hídrico e salino na germinação de sementes de *Tabebuia roseoalba*, *Handroanthus chrysotrichus* e *H. impetiginosus* e repetibilidade para caracteres da qualidade fisiológica de sementes de matrizes de *H. impetiginosus* / Tamara Mariel Valdovinos. -- Jaboticabal, 2020

86 p. : tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Rinaldo César de Paula

1. Bignoniáceas. 2. Sementes Fisiologia. 3. Estresses hídrico e salino. 4. Repetibilidade. I. Título.

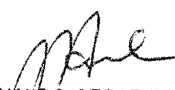
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: ESTRESSES HÍDRICO E SALINO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Tabebuia roseoalba*, *Handroanthus chrysotrichus* e *H. impetiginosus* E REPETIBILIDADE PARA CARACTERES DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MATRIZES DE *H. impetiginosus*

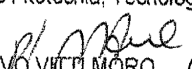
AUTORA: TAMARA MARIEL VALDOVINOS

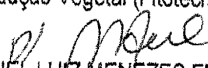
ORIENTADOR: RINALDO CESAR DE PAULA

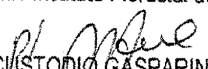
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. RINALDO CESAR DE PAULA
Departamento de Produção Vegetal - Fitotecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - UNESP


Prof. Dr. BRUNETTORE PAVAN (VIDEOCONFERÊNCIA)
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Ilha Solteira/SP


Prof. Dr. GUSTAVO VITTI MORO (VIDEOCONFERÊNCIA)
Departamento de Produção Vegetal (Fitotecnia) / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Pesquisador Dr. MIGUEL LUZ MENEZES FREITAS (VIDEOCONFERÊNCIA)
Melhoramento Florestal / Instituto Florestal de São Paulo/SP


Prof. Dr. EDUARDO CUSTÓDIO GASPARINO (VIDEOCONFERÊNCIA)
Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 15 de junho de 2020

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

TAMARA MARIEL VALDOVINOS - nascida em 7 de janeiro de 1984, em Posadas, Misiones, Argentina, filha de Delia Ester Kozur e Julio Valdovinos. Possui Graduação em Licenciatura em Genética pela Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales. Em agosto de 2014, ingressou no curso de Mestrado em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) em Jaboticabal, sob orientação do Prof. Dr. Rinaldo César de Paula, com bolsa financiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Em agosto de 2016, ingressou no curso de Doutorado em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) na FCAV, também, sob orientação do Prof. Dr. Rinaldo César de Paula, com auxílio e bolsa financiados pela CAPES (Código de Financiamento 001).

E Jesus disse-lhe: Se tu podes crer, tudo é possível ao que crê.

Marcos 9:23

DEDICO

Aos meus pais Julio Valdovinos (in memoriam) e Eli Kozur.

A meu grande amor Roberto Mauricio Lorenzi.

Aos meus irmãos: Natanael, Araceli, Emiliano, Juliana e Tadeo.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Eli, Roberto, Natanael, Monica e Tula, pelo amor, pela preocupação, carinho e por me proporcionarem o apoio incondicional para que eu pudesse terminar esta etapa de minha vida.

Aos meus familiares, por iluminar e alegrar minha vida, em especial, à família Lorenzi, por todo seu amor e apoio cedidos.

À Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Jaboticabal, SP, por possibilitar o Curso de Doutorado em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas).

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Ao professor Rinaldo Cesar de Paula, pela orientação e por todo o ensinamento, dedicação, compreensão e confiança.

Aos companheiros e professores do curso de Pós-graduação, pelo apoio, orientação, incentivo, dedicação, amizade e pelos novos conhecimentos adquiridos.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal e do Viveiro Experimental (Horto) da FCAV- UNESP, especialmente ao Roberto Carlos pela marcação e colheita de frutos das árvores matrizes e ao João Vitor, Patrícia, Bruna, Marcio, William, João Pedro, Robson, Ligia, Igor, Wagner, Matheus, Taty e Marcos, pela ajuda no laboratório.

Aos Professores Dr. Eduardo Custodio Gasparino e Dr. Gustavo Vitti Mouro pelas correções do artigo do exame geral de qualificação.

A todos meus amigos, que me acompanharam durante todo esse período, pelos momentos de descontração, pela ajuda fundamental e incondicional, por todos os conselhos nos momentos de dificuldade e nos de alegria.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	vii
CAPÍTULO 1 - Considerações gerais.....	1
1. Introdução.....	1
2. Revisão de Literatura.....	3
2.1. Espécies arbóreas nativas da família Bignoniaceae.....	3
2.2. Influência dos fatores abióticos na germinação de sementes.....	9
2.3. Efeitos do estresse hídrico e salino nas plantas.....	11
2.4. Repetibilidade.....	13
3. Referências.....	14
CAPÍTULO 2 - Germinação de sementes de Bignoniáceas arbóreas sob estresse hídrico.....	21
1. Introdução.....	22
2. Material e Métodos.....	23
3. Resultados.....	26
4. Discussão.....	34
5. Conclusões.....	38
6. Referências.....	39
CAPÍTULO 3 - Germinação de sementes de Bignoniáceas arbóreas sob estresse salino.....	42
1. Introdução.....	43
2. Material e Métodos.....	44
3. Resultados.....	46
4. Discussão.....	56
5. Conclusões.....	60
6. Referências.....	61

CAPÍTULO 4 - Repetibilidade e número de anos necessários para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de matrizes de <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart Ex DC.) Mattos.....	64
1. Introdução.....	65
2. Material e Métodos.....	67
3. Resultados.....	70
4. Discussão.....	74
5. Conclusões.....	76
6. Referências.....	77
CAPÍTULO 5 - Considerações finais.....	80
Referências.....	85

ESTRESSES HÍDRICO E SALINO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Tabebuia roseoalba*, *Handroanthus chrysotrichus* e *H. impetiginosus* E REPETIBILIDADE PARA CARACTERES DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MATRIZES DE *H. impetiginosus*

RESUMO - *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith (ipê-branco), *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos (ipê-amarelo) e *H. impetiginosus* (Mart. Ex DC) Mattos (ipê-roxo) são espécies arbóreas da família Bignoniaceae indicadas para a recomposição vegetal de áreas degradadas. Essas espécies destacam-se, também, pelo valor madeireiro, medicinal e ornamental, e pela exuberância das flores durante o florescimento. Os estresses abióticos influenciam a germinação de sementes e estudos nesse aspecto têm importância especial na ecofisiologia das espécies, pois permitem avaliar os limites de tolerância e a capacidade de adaptação das mesmas frente às mudanças climáticas previstas. Assim, este trabalho objetivou: 1) avaliar o efeito dos estresses hídrico e salino e a tolerância a esses fatores durante a germinação de sementes e desempenho de plântulas de *Tabebuia roseoalba*, *H. chrysotrichus* e *H. impetiginosus* e 2) avaliar a repetibilidade para a qualidade fisiológica de sementes de *H. impetiginosus* obtidas de matrizes em diferentes anos de colheita. Para tanto, foram conduzidos experimentos submetendo-se sementes das três espécies sob diferentes potenciais hídricos simulados com polietilenoglicol (PEG 6000): 0,00; -0,05; -0,10; -0,15; -0,20; -0,30; -0,40; -0,60; -0,80 e -1,00 MPa (Experimentos de estresse hídrico), e sob diferentes potenciais osmóticos simulados com NaCl: 0,00; -0,05; -0,10; -0,15; -0,20; -0,30; -0,40; -0,60 MPa (Experimentos de estresse salino), nas temperaturas de 25 e 30 °C. Para avaliação da repetibilidade dos caracteres da qualidade fisiológica das sementes, foram conduzidos testes de germinação e de condutividade elétrica, utilizando sementes de polinização aberta de 15 árvores matrizes de *H. impetiginosus*, em três ciclos/anos reprodutivos. Ambos os estresses prejudicam a germinação de sementes e o desenvolvimento de plântulas das três espécies estudadas, nas duas temperaturas. Contudo, a sensibilidade ao estresse hídrico e salino, foi maior a 30 °C. O limite de tolerância para a germinação das sementes de *Tabebuia roseoalba* e *Handroanthus chrysotrichus* situa-se entre -0,80 e -1,00 MPa de PEG 6000 e entre -0,40 e -0,50 MPa de NaCl; enquanto para *H. impetiginosus* entre -0,60 e -0,80 MPa de PEG 6000 e entre -0,30 e -0,40 MPa de NaCl. Pode-se concluir que *T. roseoalba* e *H. chrysotrichus* são mais tolerantes ao estresse hídrico e salino comparativamente a *H. impetiginosus*. As baixas estimativas dos coeficientes de repetibilidade sugerem que são necessários mais de três anos de observação para uma avaliação confiável dos caracteres de qualidade fisiológica de sementes de *H. impetiginosus*.

Palavras-chave: Tolerância, Temperatura, PEG, NaCl.

WATER AND SALT STRESS ON SEED GERMINATION OF *Tabebuia roseoalba*, *Handroanthus chrysotrichus* e *H. impetiginosus* AND REPETIBILITY FOR SEED PHYSIOLOGICAL QUALITY TRAITS FROM MOTHER TREES OF *H. impetiginosus*

ABSTRACT - *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith, *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. Ex DC.) Mattos and *H. impetiginosus* (Mart. Ex DC) Mattos are tree species belongs to Bignoniaceae family indicated for the vegetal recomposition of degraded areas. These species stand out for their wood, medicinal and ornamental value, and for the exuberance of flowers during flowering. Studies on how the different abiotic stresses influence seed germination are of special importance in the ecophysiology of species, as it allows to assess the limits of tolerance and their ability to adapt to climate changes. This work aimed to 1) evaluate the effect of water and salt stresses and the tolerance to these factors during seed germination and seedling performance of *Tabebuia roseoalba*, *H. chrysotrichus* and *H. impetiginosus* and 2) evaluate the repeatability for the physiological quality of *H. impetiginosus* seeds obtained from different mother trees in different harvest years. For this, experiments were conducted by submitting seeds of the three species under different water potentials simulated with polyethylene glycol (PEG 6000): 0.00; -0.05; -0.10; -0.15; -0.20; -0.30; -0.40; -0.60; -0.80 and -1.00 MPa (Water stress experiments), and under different osmotic potentials simulated with NaCl: 0.00; -0.05; -0.10; -0.15; -0.20; -0.30; -0.40; -0.60 MPa (salt stress experiments), at temperatures of 25 and 30 °C. Germination and electrical conductivity tests were conducted to evaluate the repeatability of the seed physiological quality characters, using open pollination seeds from 15 mother trees of *H. impetiginosus*, of three reproductive cycles/years. Both stresses impair the germination of seeds and the development of seedlings of the three species studied, in both temperatures. However, the sensitivity to water and saline stress was higher on 30 °C. The tolerance limit for the germination of *Tabebuia roseoalba* and *Handroanthus chrysotrichus* seeds is between -0.80 and -1.00 MPa of PEG 6000 and between -0.40 and -0.50 MPa of NaCl. For *H. impetiginosus* the tolerance limit for the germination is between -0.60 and -0.80 MPa of PEG 6000 and between -0.30 and -0.40 MPa of NaCl. It can be concluded that *T. roseoalba* and *H. chrysotrichus* are more tolerant to water and salt stress compared to *H. impetiginosus*. The low estimates of the repeatability coefficients suggest that more than 3 years of observation are necessary for a reliable evaluation of the physiological quality characters of *H. impetiginosus* seeds.

Keywords: Tolerance, Temperature, PEG, NaCl.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2

Figura	Título	Página
Figura 1	Porcentagem de germinação (G, %), obtidas a partir de sementes de <i>Tabebuia roseoalba</i> (A), <i>Handroanthus chrysotrichus</i> (B) e <i>H. impetiginosus</i> (C) submetidas a diferentes potenciais hídricos simulados com polietilenoglicol (PEG 6000), nas temperaturas de 25 e 30 °C.	28
Figura 2	Porcentagem de plântulas normais (PN, %), obtidas a partir de sementes de <i>Tabebuia roseoalba</i> (A), <i>Handroanthus chrysotrichus</i> (B) e <i>H. impetiginosus</i> (C) submetidas a diferentes potenciais hídricos simulados com polietilenoglicol (PEG 6000), nas temperaturas de 25 e 30 °C.	29
Figura 3	Índice de velocidade de germinação (IVG), obtidas a partir de sementes de <i>Tabebuia roseoalba</i> (A), <i>Handroanthus chrysotrichus</i> (B) e <i>H. impetiginosus</i> (C) submetidas a diferentes potenciais hídricos simulados com polietilenoglicol (PEG 6000), nas temperaturas de 25 e 30 °C	31
Figura 4	Índice de sincronização (IS, bits), obtido a partir de sementes de <i>Tabebuia roseoalba</i> (A), <i>Handroanthus chrysotrichus</i> (B) e <i>H. impetiginosus</i> (C) submetidas a diferentes potenciais hídricos simulados com polietilenoglicol (PEG 6000), nas temperaturas de 25 e 30 °C.	32
Figura 5	Comprimento da parte aérea (CPA, cm) de plântulas de <i>Tabebuia roseoalba</i> (A), <i>Handroanthus chrysotrichus</i> (B) e <i>H. impetiginosus</i> (C) submetidas a diferentes potenciais hídricos simulados com polietilenoglicol (PEG 6000), nas temperaturas de 25 e 30 °C.	33
Figura 6	Comprimento de raiz (CR, cm), obtidas a partir de sementes de <i>Tabebuia roseoalba</i> (A), <i>Handroanthus chrysotrichus</i> (B) e <i>H. impetiginosus</i> (C) submetidas a diferentes potenciais hídricos simulados com polietilenoglicol (PEG 6000), nas temperaturas de 25 e 30 °C.	34

Capítulo 3

Figura 1	Porcentagem de germinação (G, %), obtidas a partir de sementes de <i>Tabebuia roseoalba</i> (A), <i>Handroanthus chrysotrichus</i> (B) e <i>H. impetiginosus</i> (C) submetidas a diferentes potenciais osmóticos induzidos por NaCl, nas temperaturas de 25 e 30 °C.	48
-----------------	---	----

- Figura 2** Porcentagem de plântulas normais (PN, %), obtidas a partir de sementes de *Tabebuia roseoalba* (A), *Handroanthus chrysotrichus* (B) e *H. impetiginosus* (C) submetidas a diferentes potenciais osmóticos induzidos por NaCl, nas temperaturas de 25 e 30 °C. 50
- Figura 3** Índice de velocidade de germinação (IVG), obtidas a partir de sementes de *Tabebuia roseoalba* (A), *Handroanthus chrysotrichus* (B) e *H. impetiginosus* (C) submetidas a diferentes potenciais osmóticos induzidos por NaCl, nas temperaturas de 25 e 30 °C. 51
- Figura 4** Índice de sincronização (IS, bits), obtido a partir de sementes de *Tabebuia roseoalba* (A), *Handroanthus chrysotrichus* (B) e *H. impetiginosus* (C) submetidas a diferentes potenciais osmóticos induzidos por NaCl, nas temperaturas de 25 e 30 °C. 52
- Figura 5** Comprimento da parte aérea (CPA, cm) de plântulas de *Tabebuia roseoalba* (A), *Handroanthus chrysotrichus* (B) e *H. impetiginosus* (C) submetidas a diferentes potenciais osmóticos induzidos por NaCl, nas temperaturas de 25 e 30 °C. 54
- Figura 6** Comprimento de raiz (CR, cm), obtidas a partir de sementes de *Tabebuia roseoalba* (A), *Handroanthus chrysotrichus* (B) e *H. impetiginosus* (C) submetidas a diferentes potenciais osmóticos induzidos por NaCl, nas temperaturas de 25 e 30 °C. 55
- Capítulo 4**
- Figura 1** Distribuição das árvores matrizes no Câmpus da Unesp (Matrizes 1-14) e na área urbana (Matriz 15) de Jaboticabal-SP. 67

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

Tabela	Título	Página
Tabela 1	Resumo da análise de variância para porcentagem de germinação (G); porcentagem de plântulas normais (PN); índice de velocidade de germinação (IVG); índice de sincronização (IS); comprimento de parte aérea (CPA) e de raízes (CR) de plântulas; obtidos a partir de sementes de <i>Tabebuia roseoalba</i> , <i>Handroanthus chrysotrichus</i> e <i>H. impetiginosus</i> submetidas a potenciais hídricos induzidos por polietilenoglicol (PEG 6000) nas temperaturas de 25 e 30 °C.	27

Capítulo 3

Tabela 1	Resumo da análise de variância para porcentagem de germinação (G) e de plântulas normais (PN), índice de velocidade de germinação (IVG), índice de sincronização (IS), comprimento da parte aérea (CPA) e de raízes (CR) de plântulas, obtidos a partir de sementes de <i>Tabebuia roseoalba</i> , <i>Handroanthus chrysotrichus</i> e <i>H. impetiginosus</i> submetidas a potenciais osmóticos induzidos por NaCl, nas temperaturas de 25 e 30 °C	47
-----------------	---	----

Capítulo 4

Tabela 1	Valores de “F” da análise de variância, coeficientes de variação (CV, %), Heredabilidade (H, %) e média para porcentagem de germinação (G) e de plântulas normais (PN), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de plântulas (CP) e condutividade elétrica de (CE, 48hs) avaliados em 15 árvores matrizes de <i>Handroanthus impetiginosus</i> em 3 anos de colheita	70
Tabela 2	Coeficientes de repetibilidade (r) e de determinação (R^2) e número de anos necessários (η_0), da variável porcentagem de germinação (G, %), avaliados por quatro métodos.	71
Tabela 3	Coeficientes de repetibilidade (r) e de determinação (R^2) e número de anos necessários (η_0), da variável porcentagem de plântulas normais (PN, %), avaliados por quatro métodos.	72
Tabela 4	Coeficientes de repetibilidade (r) e de determinação (R^2) e número de anos necessários (η_0), do índice de velocidade de germinação (IVG), avaliados por quatro métodos.	72

Tabela 5 Coeficientes de repetibilidade (r) e de determinação (R^2) e 73 número de anos necessários (η_0), do comprimento de plântulas (CP, cm), avaliados por quatro métodos.

Tabela 6 Coeficientes de repetibilidade (r) e de determinação (R^2) e 73 número de anos necessários (η_0), da condutividade elétrica de massa (CE, 48hs), avaliados por quatro métodos.

CAPÍTULO 1 - Considerações gerais

1. Introdução

Durante a regeneração natural das florestas tropicais, o crescimento e desenvolvimento das plântulas são afetados pelas condições ambientais presentes e pela capacidade dessas em resistir aos estresses bióticos e abióticos. Nesses ambientes, a disponibilidade de luz, de água e de nutrientes varia no tempo e espaço e são considerados os fatores abióticos que mais afetam o estabelecimento das plântulas (Scalon et al., 2011). O déficit hídrico, permanente ou temporário, é uma das condições que mais limita o crescimento e a produção primária dos ecossistemas e o rendimento das culturas (Grisi et al., 2008). Assim, o entendimento dos efeitos da deficiência hídrica nas plantas é vital para a melhoria de práticas de manejo e melhoramento (Chaves et al., 2003).

A utilização de espécies lenhosas nativas para a revegetação de áreas degradadas e matas ciliares, reflorestamento e plantios comerciais torna a produção de mudas de qualidade uma prática fundamental para o êxito dessas atividades (Brienza, 2008; Martins et al., 2012). A obtenção de sementes é a parte mais importante no processo de produção de mudas das espécies que se multiplicam de forma sexuada (Lorenzi, 2008) e, considerando-se a crescente procura por mudas de espécies arbóreas, seja para a produção comercial, seja para a recuperação de áreas degradadas, a melhoria no sistema de produção de mudas dessas espécies torna-se imprescindível (Nietsche et al., 2004).

Para a exploração racional das potencialidades das espécies nativas, é de suma importância o estudo da autoecologia dessas espécies. Uma das razões do insucesso de plantios com espécies nativas é a pouca atenção que tem sido dada ao conhecimento de suas exigências ecológicas, fato esse registrado há muito tempo (Ferreira et al., 1977), mas ainda observado nos dias atuais. A identificação dos fatores ambientais que influenciam o comportamento germinativo das sementes auxilia na interpretação do comportamento ecológico das espécies no campo e pode contribuir

para o desenvolvimento de estratégias visando à recomposição de novos indivíduos para a área (Ferreira et al., 2013). Portanto, torna-se importante entender os mecanismos que conferem às sementes de algumas espécies a capacidade de germinar e crescer bem sob condições ambientais extremas e, conseqüentemente, conhecer as vantagens ecológicas que elas têm em relação a outras espécies. Algumas plantas desenvolvem mecanismos de adaptação, tornando-se mais eficientes na aquisição ou conservação de água, embora, cada mecanismo de tolerância à seca é espécie-específico (Reis et al., 2006).

Um aspecto importante a ser considerado em estudos com espécies arbóreas não domesticadas, é a variação na qualidade fisiológica de sementes entre diferentes plantas matrizes ao longo dos anos. Nesse aspecto, alguns trabalhos têm abordado a variabilidade na qualidade fisiológica entre plantas matrizes de espécies arbóreas (Soto-Gonzales et al., 2011; Santos et al, 2009; Roveri e Paula, 2017), para a definição do número mínimo de matrizes para a coleta de sementes, seja para trabalhos de melhoramento, plantios comerciais ou para recomposição ambiental. Contudo, esses trabalhos não abordaram a variabilidade anual na qualidade das sementes produzidas por essas matrizes. Para isto, estudos de repetibilidade poderão contribuir e indicar quantos anos de observação são necessários para se ter a garantia da superioridade na qualidade fisiológica das sementes produzidas, haja vista que a produção de sementes é variável entre espécies, plantas de uma mesma espécie, entre locais e entre anos (Piña-Rodrigues et al., 2015).

Considerando-se a relativa escassez de pesquisas sobre a influência dos estresses hídrico e salino na germinação de sementes de espécies arbóreas nativas do Brasil e sobre a variação anual na qualidade fisiológica de sementes oriundas de diferentes árvores matrizes, os objetivos desse trabalho foram: 1) avaliar o efeito dos estresses hídrico e salino e a tolerância a esses fatores durante a germinação de sementes e desempenho de plântulas de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.)Sandwith, *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos e *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos e 2) avaliar a repetibilidade para a qualidade fisiológica de sementes de *H. impetiginosus* obtidas de diferentes matrizes em diferentes anos de colheita.

CAPITULO 5 - Considerações finais

Neste trabalho foi estudada a germinação de sementes de três espécies arbóreas da família Bignoniaceae Juss.: *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith (ipê-branco), *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos (ipê-amarelo) e *H. impetiginosus* (Mart. Ex DC) Mattos (ipê-roxo).

As terras áridas brasileiras são caracterizadas por invernos secos que são sucedidos por uma primavera úmida. No entanto, a precipitação no início da estação chuvosa pode ser irregular, e as chuvas iniciais são às vezes seguidas de um curto período de seca, antes que novas chuvas sustentem o crescimento (Viera et al., 2010). A germinação de sementes no campo normalmente ocorre no início da estação chuvosa, embora a ocorrência de chuvas precoces seguida de um período seco impõe um risco de morte de plântulas por dessecação (Martins et al., 2015). A sobrevivência de praticamente todas as plantas durante a estação seca é um resultado inesperado, pois a mortalidade durante essa estação é um fator limitante importante para a regeneração de árvores florestais sazonais (Viera et al., 2008).

A região de Jaboticabal possui duas estações climáticas bem definidas: uma chuvosa com excesso de precipitação, compreendida de outubro a março, e outra seca, com marcado déficit hídrico, de abril a setembro (André e Garcia, 2014). Analisando os dados mensais de temperatura média do ar e de precipitação pluviométrica, de Jaboticabal- SP, para um período de 43 anos (1971 a 2013), Garcia e André (2015) mostraram que existe uma tendência de acréscimo do índice de aridez e uma diminuição do índice de umidade, além do que, o déficit hídrico vem aumentando com o decorrer dos anos, mesmo com o aumento das precipitações. Isso poderia prejudicar a germinação, assim como as probabilidades de estabelecimento e sobrevivência das mudas e, por conseguinte, comprometer a regeneração e perpetuação das espécies em ambiente natural, além de diminuir a produtividade das florestas que ainda persistem dentro desta microrregião.

O desmatamento é uma das principais causas das mudanças climáticas, e de forma recíproca, as mudanças climáticas podem impactar a qualidade das florestas

levando ao desmatamento e à degradação (Khaine e Woo, 2015). Aumentos na frequência, duração e/ou severidade da seca e do estresse térmico associados às mudanças climáticas podem alterar a composição, estrutura e biogeografia das florestas em muitas regiões (Allen et al. 2010). As temperaturas mais quentes futuras, não apenas aumentarão as taxas de mortalidade das árvores, mas também resultarão em eventos mais frequentes de extinção da vegetação por meio de uma exacerbação do estresse metabólico associado à seca (Adams et al., 2009).

As florestas úmidas tropicais têm uma tendência maior a resistir à escassez de água em comparação com as florestas secas tropicais (Khaine e Woo, 2015). Contudo, muitos exemplos recentes de seca e mortalidade de árvores relacionadas ao calor em todo o mundo sugerem que nenhum tipo de floresta ou zona climática é invulnerável à mudança climática antropogênica, mesmo em ambientes que normalmente não são considerados limitados pela água (Allen et al., 2010). Embora, é provável que a perda de espécies causada por mudanças climáticas não ocorra aleatoriamente, porque a possível extinção de espécies dependerá de sua vulnerabilidade às novas condições climáticas (García-Valdés et al., 2018).

Estudando a mortalidade de espécies por falta de água nas florestas tropicais secas, verificou-se que as árvores de pequeno diâmetro foram severamente afetadas (Suresh et al. 2010). Em florestas temperadas, a taxa de mortalidade de mudas de *Aextoxicon punctatum* foi significativamente afetada pela redução da precipitação e aumento da temperatura (Parada e Lusk, 2011). De fato, as mudas são mais suscetíveis aos impactos das mudanças climáticas; a falta de água, por exemplo, pode ser considerada uma das maiores limitações para o estabelecimento das mudas (Khaine e Woo, 2015). A presença de sais como o cloreto de sódio (NaCl), pode inibir a germinação, além de ocasionar prejuízos às demais fases do processo germinativo e de estabelecimento de plântulas (Harter et al., 2014). Neste contexto, os eventos de estresse, como déficit hídrico e temperaturas elevadas, podem limitar a capacidade de regeneração das espécies arbóreas, principalmente por causa da maior sensibilidade das mudas às mudanças climáticas (Khaine e Woo, 2015).

Neste trabalho, durante a germinação das sementes e o desenvolvimento das plântulas de *Tabebuia roseoalba*, *Handroanthus chrysotrichus* e *H. impetiginosus* os efeitos do estresse hídrico e do estresse salino resultaram mais drásticos, quando associados a maior temperatura (30 °C). Para *Pinus edulis*, constatou-se que temperaturas mais altas induzidas experimentalmente (4 °C) aceleraram muito a mortalidade causada pela seca, evidenciando um alto grau de sensibilidade das árvores à elevação da temperatura (Adams et al., 2009).

Neste trabalho, os estresses hídrico e salino ocasionaram uma redução mais drástica na formação de plântulas normais; ou seja, as espécies apresentam maior sensibilidade na etapa do desenvolvimento das plântulas, que durante a germinação das sementes, propriamente dita. O estresse salino prejudica totalmente a germinação de *T. roseoalba* e *H. chrysotrichus* nos potenciais inferiores a -0,60 MPa e para *H. impetiginosus* ocorreu a partir de -0,50 MPa. Para o estresse hídrico simulado com PEG 6000, a germinação das sementes de *H. impetiginosus* foi totalmente inibida no potencial -0,80 MPa. Para *T. roseoalba* e *H. chrysotrichus* não houve formação de plântulas normais a -1,00 MPa, embora tenha sido observada pequena porcentagem de sementes com protrusão da raiz primária. Conforme os resultados, conclui-se que o estresse salino acarreta maior redução da germinação e o vigor das plântulas na fase inicial.

A velocidade de germinação tem um papel fundamental para a adaptação das espécies, pois constitui um mecanismo para evitar o estresse hídrico (Martins et al., 2015). A germinação rápida está associada aos ambientes com elevados níveis de estresses abióticos, onde as espécies apresentam dimorfismo na velocidade de germinação: todas as sementes germinam num período muito curto de umedecimento ou persistem no banco de sementes de longa duração no solo, onde pequenas quantidades de chuva causam a germinação de pequenas frações de sementes (Partson, 2012). As sementes de *T. roseoalba* e *H. chrysotrichus* apresentam características morfológicas que favorecem a germinação muito rápida e sincronizada, e um curto período de viabilidade em condições naturais, por isso, não persistem no banco de sementes do solo.

Espécies arbóreas das florestas secas do Brasil, apresentam níveis variáveis de dormência, desde espécies de germinação rápida, como *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, a espécies que germinaram após chuvas constantes como *Handroanthus impetiginosus* (Viera et al., 2008). As sementes de *H. impetiginosus* apresentam menor velocidade de germinação em comparação com *Tabebuia roseoalba* e *H. chrysotrichus*. Nos experimentos de estresse hídrico e salino, nos tratamentos controle (0,00 MPa), as sementes de *H. impetiginosus* apresentaram valores de IVG menores que 2. Também, a media do IVG, para as 15 árvores matrizes de *H. impetiginosus*, nos três anos de avaliação, foi de 1,90. Talvez isso esteja relacionado a maturação irregular de suas sementes. *Handroanthus impetiginosus* se caracteriza por apresentar sementes mais pesadas (1.000 sementes = 68,4 g), enquanto *H. chrysotrichus* apresenta sementes mais leves (1.000 sementes= 10,3 g) (Maeda e Matthes, 1984), assim como *T. roseoalba* (1.000 sementes = 14, 08 g) (Lorenzi, 2008).

Tabebuia roseoalba evidencia maior velocidade de germinação em comparação as outras espécies estudadas. A dispersão tardia (logo no inicio das primeiras chuvas) aumentou a germinação e a sobrevivência das plântulas de espécies com germinação rápida. Plantar espécies com germinação rápida somente quando a chuva é constante parece ser uma estratégia positiva para aumentar o estabelecimento das plântulas (Viera et al., 2008). Ao contrário das espécies de germinação rápida, *H. impetiginosus*, apresentou maior percentual de germinação quando disperso na estação seca (Viera et al., 2008). Conforme Viera et al. (2010), o potencial da matriz do solo *in situ* possivelmente impõe o estresse osmótico necessário para induzir a tolerância à dessecação nas sementes germinadas de *Handroanthus impetiginosus*, onde a lenta perda de água pode permitir alterações no sistema de proteção, resultando em tolerância à desidratação subsequente.

Fenômenos como adaptação local, variabilidade intraespecífica e plasticidade fenotípica são responsáveis das respostas heterogêneas das espécies (Garzón et al., 2011). A adaptação local implica variação genética entre populações e pode ser uma consequência da evolução da espécie sob condições isoladas ou diferenças nas pressões de seleção (Savolainen et al., 2007). Cada população fixou alelos diferentes

durante a evolução, portanto, responde de maneira diferente às mudanças no ambiente (Garzón et al., 2011). Conforme foi constatado, existem diferenças quanto à tolerância ao estresse hídrico ao se comparar os resultados desta pesquisa e os obtidos por Marques (2004) com *Handroanthus chrysotrichus* e Santos et al. (2018) com *Handroanthus impetiginosus* (não foram encontrados trabalhos de estresse salino destas espécies para poder comparar com nossos resultados). É provável que a variabilidade genética (diferentes matrizes amostradas), a procedências dessas matrizes (indivíduos adaptados a diferentes condições climáticas) e também causas ambientais diversas, possam alterar a qualidade fisiológica dos lotes de sementes, o que explicaria as diferenças intraespecíficas. Sendo assim, a resposta das populações localmente adaptadas às tensões ambientais difere da resposta média da espécie, e essa diferença pode futuramente promover ou piorar a sobrevivência de uma espécie sob mudanças globais (Garzón et al., 2011).

Em todos os testes de germinação das sementes de *Handroanthus impetiginosus*, os coeficientes de variação das variáveis %G, %PN, e IVG foram elevados, indicando que existe muita variabilidade entre as amostras. Além disso, todas as características da qualidade fisiológica de sementes apresentaram coeficientes de repetibilidade considerados baixos ($r < 0,60$), indicando que apresentam grande variação ao longo dos anos, apesar de estimativas altas de herdabilidade ($H^2 > 0,40$). Vale destacar que a repetibilidade variou em função da característica avaliada e do método de estimação.

Com base nessas observações é importante considerar que as variáveis relacionadas à qualidade fisiológica das sementes, sofrem grande influência do ambiente. Maeda e Matthes (1984) relataram que é difícil determinar a época exata da frutificação das árvores, posto que isso depende muito das condições climáticas, do solo e sobretudo do vigor de cada indivíduo; além da maturação desuniforme das sementes inclusive dentro da mesma árvore. Por conseguinte, diversos fatores afetam a qualidade dos lotes das sementes, alterando desta forma os resultados nos experimentos. Para os testes de germinação que determinam os limites de tolerância das sementes às temperaturas, condições de déficit hídrico ou salinidade, as sementes

utilizadas para constituir uma amostra por espécie devem estar perfeitamente homogeneizadas e colhidas de grande número de indivíduos.

Referências

Adams HD et al. (2009) Temperature sensitivity of drought-induced tree mortality portends increased regional die-off under global-change-type drought. **Proceedings of the National Academy of Sciences** 106:7063-7066.

Allen CD et al. (2010) A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. **Forest Ecology and Management** 259:660- 684.

André RGB, Garcia A (2014) Variabilidade temporal da precipitação em Jaboticabal – SP. **Nucleus** 11:397-402.

Garcia A, André RGB (2015) Variabilidade temporal da temperatura do ar em Jaboticabal – SP. **Nucleus**,12:181-188.

García-Valdés R, Bugmann H, Morin X (2018) Climate change-driven extinctions of tree species affect forest functioning more than random extinctions. **Diversity and Distributions** 24:906-918.

Garzón MB, Alía R, Robson MT, Zavala MA (2011) Intra-specific variability and plasticity influence potential tree species distributions under climate change. **Global Ecology and Biogeography** 20:766-778.

Harter LSH, Harter FS, Deuner D, Meneghello GE, Villela FA (2014) Salinidade e desempenho fisiológico de sementes e plântulas de mogango. **Horticultura Brasileira** 32:80-85.

Khaine I, Woo SY (2015) An overview of interrelationship between climate change and forests. **Forest Science and Technology** 11:11-18.

Lorenzi, H (2008) Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 368p.

Maeda JA, Matthes LAF (1984) Conservação de sementes de ipê. **Bragantia** 43:51-61

Marques MA, Rodrigues TJD, Valeri SV, Malheiros EB (2004) Germination of *Tabebuia chrysotricha* (Mart.) Standl. seeds dried in dry chamber, stored in different environments and submitted to seven levels of osmotic potential. **Científica** 32:127-133.

Martins JR, Edvaldo AAS, Alvarenga AA, Rodrigues AC, Ribeiro DE, Toorop PE (2015) Seedling survival of *Handroanthus impetiginosus* (Mart ex DC) Mattos in a semi-arid environment through modified germination speed and post-germination desiccation tolerance. **Brazilian Journal of Biology** 75:812-820.

Parada T, Lusk CH (2011). Pattern of tree seedling mortality in a temperate-mediterranean transition zone forest in Chile. **Gayana Botánica** 68:236-243.

Parsons RF (2012) Incidence and ecology of very fast germination. **Seed Science Research** 22:161-167.

Savolainen O, Pyhäjärvi T, Knürr T (2007) Gene flow and local adaptation in trees. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics** 38:595-619.

Santos PCS, Benedito CP, Alves TRC, Paiva EP, Sousa EC, Freires ALA (2018) Water stress and temperature on germination and vigor of *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 22: 349-354.

Suresh HS, Dattaraja HS, Sukumar R (2010) Relationship between annual rainfall and tree mortality in a tropical dry forests: Results of a 19-years study at Mudumalai, southern India. **Forest Ecology and Management** 259:762-76.

Vieira DLM, Lima VV, Sevilha AC, Scariot A (2008) Consequences of dry-season seed dispersal on seedling establishment of dry forest trees: Should we store seeds until the rains? **Forest Ecology and Management** 256: 471-481.

Vieira CV, Silva EAA, Alvarenga AA, Castro EM, Toorop PE (2010) Stress-associated factors increase after desiccation of germinated seeds of *Tabebuia impetiginosa* Mart. **Plant Growth Regulation** 62:257-263.