

Pensando a Biodiversidade

Mulungu (*Erythrina* sp.)

Renata Silva-Mann
Allívia Rouse Carregosa Rabbani
Laura Jane Gomes



**INSTITUTO
FEDERAL**
Bahia

Pensando a biodiversidade: mulungu (*Erythrina* sp.)

Organizadoras

Renata Silva - Mann
Allívia Rouse Carregosa Rabbani
Laura Jane Gomes

1ª Edição

EDIFBA
2019

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA
BAHIA - IFBA

Renato da Anunciação Filho

Reitor *Pro Tempore*

Vanessa Mendes Santos

Pró-Reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

France Ferreira de Souza Arnaut

Coordenador Geral da Editora do IFBA

Andreia Santos Ribeiro Silva

Assistente de Coordenação da Editora do IFBA

Carmen Asfora e Silva Freire

Secretária Executiva da Editora do IFBA

Conselho Editorial

Ana Rita Silva Almeida Chiara

Davi Novaes Ladeia Fogaça

Deise Danielle Neves Dias Piau

Fernando de Azevedo Alves Brito

Jeferson Gabriel da Encarnação

Jocelma Almeida Rios

José Gomes Filho

Leonardo Rangel dos Reis

Luiz Antonio Pimentel Cavalcanti

Manuel Alves de Sousa Junior

Marijane de Oliveira Correia

Mauricio Mitsuo Monção

Romilson Lopes Sampaio

Selma Rozane Vieira

Tércio Graciano Machado

Pensando a biodiversidade: mulungu (*Erythrina* sp.)

Organizadoras

Renata Silva–Mann
Allívia Rouse Carregosa Rabbani
Laura Jane Gomes

1ª Edição

Salvador / Bahia / 2019

PENSANDO A BIODIVERSIDADE: MULUNGU (*ERYTHRINA* SP.)

Copyright © 2019 – IFBA

Renata Silva–Mann

Allívia Rouse Carregosa Rabbani

Laura Jane Gomes

(Organizadoras)

Coordenação editorial | France Ferreira de Souza Arnaut

| Andreia Santos Ribeiro Silva

Capa | Allívia Rouse Carregosa Rabbani

Imagem da capa | Maria Fernanda Oliveira Torres

Espécie da capa | *Erythrina velutina* Widl.

Projeto gráfico e editoração | Allívia Rouse Carregosa Rabbani

Colaboração | Biblioteca Raul V. Seixas - IFBA - Salvador/BA.

Responsável pela catalogação na fonte | Samuel dos Santos Araújo - CRB 5/1426.

Agradecimentos | Os autores agradecem ao CNPq e a Capes pelo apoio financeiro, às comunidades envolvidas, aos pesquisadores que participaram da pesquisa e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia e a Universidade Federal de Sergipe pelo apoio científico.

FICHA CATALOGRÁFICA

P418 Pensando a biodiversidade: mulungu (*Erythrina* sp.) /
Organizadoras: Renata Silva-Mann; Allívia Rouse Carregosa Rabbani; Laura
Jane Gomes. Salvador: EDIFBA, 2019.

286 p.

ISBN: 978-85-67562-47-6

1. Biodiversidade. 2. Mulungu. 3. *Erythrina* sp. I. Silva-Mann, Renata.
II. Rabbani, Allívia Rouse Carregosa. III. Gomes, Laura Jane. IV. EDIFBA.
V. Título.

CDU 2 ed. 574.1

Autores

Aline Coqueiro

E-mail: alinedqi@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão. Via Marginal Rosalina Maria dos Santos, Área Urbanizada I, 87301899 - Campo Mourão, PR - Brasil
- Caixa-postal: 271, Telefone: (44) 35181400

Allívia Rouse Carregosa Rabbani

E-mail: alliviarouse@hotmail.com

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Campos Porto Seguro, Rodovia BR-367, Km 57,5, s/n - Fontana I, Porto Seguro - BA, 45810-000, Telefone: (73) 3288-6686

Alone Lima Brito

E-mail: lima_brito@yahoo.com.br

Universidade Estadual de Feira de Santana, Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais, Unid. Exp. Horto Florestal. Avenida Presidente Dutra - de 1123 a 1743 - lado ímpar, Brasília, 44088083 - Feira de Santana, BA - Brasil, Telefone: (75) 36252300, Ramal: 2002, Fax: (75) 36252300

Bárbara França Dantas

E-mail: barbara.dantas@embrapa.br

Embrapa Semiárido - LASESA, Rodovia BR-428, Km 152, s/n - Zona Rural, Petrolina - PE, 56302-970, Telefone: (87) 3866-3600

Bruno Antônio Lemos de Freitas

E-mail: brunoalf@hotmail.com

Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade.

Autores

Bruno Magnani Pacheco

Secretaria de Planejamento Gestão e Orçamento de Sergipe, Secretaria de Planejamento Gestão e Orçamento de Sergipe. Rua Duque de Caxias, São José, 49015320 - Aracaju, SE – Brasil, Telefone: (79) 32262275

Cintia Armond

E-mail: cintiarmod@ufrb.edu.br

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas – CCAAB, Campus Universitário s/n, Campus UFRB, 44380000 - Cruz das Almas, BA – Brasil, Telefone: (75) 36213260

Claudinéia Regina Pelacani

E-mail: claudineiapelacani@gmail.com

Laboratório de Germinação (LAGER), Departamento de Biologia (UEFS);
Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológica, Av. Transnordestina, s/n, Novo Horizonte, 44036900 - Feira de Santana, BA - Brasil -
Caixa-postal: 294, Telefone: (75) 2248019, Fax: (75) 36252300

Danilla Cristina Lemos Souza

E-mail: danillacristina@ig.com.br

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, Rua Doutor José Barbosa de Barros, nº. 1780, Fazenda Experimental Lageado, 18610307 - Botucatu, SP - Brasil - Caixa-postal: 237, Telefone: (14) 38807132

Débora Moreira de Oliveira

E-mail: d.oliveira.doc@gmail.com

Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente

Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, CEP 49100-000

Universidade Federal de Sergipe, Cidade Universitária Professor José Aloísio Campos - Av. Marechal Rondon S/N, Jardim Rosa Elze, 49100-000 - Sao Cristóvão, SE – Brasil

Felipy Rafael Marinho Pereira

E-mail: felipymarinho1@hotmail.com

Universidade Federal de Sergipe, Cidade Universitária Professor José Aloísio Campos - Av. Marechal Rondon S/N, Jardim Rosa Elze, 49100-000 - Sao Cristóvão, SE – Brasil

Pensando a biodiversidade: mulungu (*Erythrina* sp.)

Franceli da Silva

E-mail: franceli@ufrb.edu.br

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Rua Rui Barbosa, 710, Centro, 44380000 - Cruz das Almas, BA – Brasil, Telefone: (75) 36213857

Geisa Moreira da Costa

E-mail: geisa.mcosta@gmail.com

Mestrado em Biotecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Brasil.

Glauber Santos Pereira

E-mail: glaubinhose@hotmail.com

Mestrado em Biotecnologia, Universidade Federal de Sergipe, UFS, Brasil. Cidade Universitária Professor José Aloísio Campos - Av. Marechal Rondon S/N, Jardim Rosa Elze, 49100-000 - Sao Cristovao, SE – Brasil

Glyn Mara Figueira

E-mail: franceli@ufrb.edu.br

Universidade Estadual de Campinas, Reitoria, Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas e Biológicas, Rua Alexandre Cazellato, 999, Vila Betel, 13140000 - Paulínia, SP - Brasil - Caixa-postal: 6171, Telefone: (19) 21392850, Ramal: 2841, Fax: (19) 21392852

Itamara Bomfim Gois

E-mail: itamarafloresta@gmail.com

Doutorado em Fitotecnia (Produção Vegetal). Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

José Raniere Ferreira de Santana

E-mail: raniere@uefs.br

Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológica, Horto Florestal, Km 03, BR 116 - CAMPUS UNIVERSITÁRIO, FEIRA VI, 44040-740 - Feira de Santana, BA - Brasil - Caixa-postal: 252294, Telefone: (75) 2248200, Ramal: 8019, Fax: (75) 2248018

Autores

Laura Jane Gomes

E-mail: laurabuturi@gmail.com

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Ciências Florestais, Av. Marechal Rondon, s/n, Rosa Elze, 49100000 - Sao Cristovao, SE – Brasil, Telefone: (79) 21056929

Maria Fernanda Oliveira Torres

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Ciências Florestais, Av. Marechal Rondon, s/n, Rosa Elze, 49100000 - Sao Cristovao, SE – Brasil, Telefone: (79) 21056929

Marília Freitas de Vasconcelos Melo

E-mail: mariliafvm@yahoo.com.br

Doutorado em andamento em Ciência Florestal

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil.

Marilice Cordeiro Garrastazu

E-mail: marilice.garrastazu@embrapa.br

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. Estrada da Ribeira km 111, Laboratorio de Monitoramento, Jardim Cristina, 83411000 - Colombo, PR - Brasil - Caixa-postal: 319, Telefone: (41) 36755604, Fax: (41) 36755601

Otávio Flausino Junior

E-mail: flausino@usp.br

Doutorado em Ciências. Universidade de São Paulo, USP, Brasil.

Patrícia Póvoa de Mattos

E-mail: patricia.mattos@embrapa.br

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. Estrada da Ribeira, Km111, 83411-000 - Colombo, PR - Brasil - Caixa-postal: 319, Telefone: (41) 36755625
Fax: (41) 36755737

Pensando a biodiversidade: mulungu (*Erythrina* sp.)

Priscila Tavares Fonseca

E-mail: priscila.uefs@gmail.com

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Rua Rui Barbosa, 710, Centro, 44380000 - Cruz das Almas, BA – Brasil, Telefone: (75) 36219751

Renata Conduru Ribeiro

E-mail: rconduru@gmail.com

Embrapa Semi-Árido, Embrapa Semi-Árido. BR, 428, Km 152, Zona Rural, 356302970 - Petrolina, PE – Brasil, Telefone: (87) 38663678, Fax: (87) 38663815

Renata Silva-Mann

E-mail: renatamann@hotmail.com

Universidade Federal de Sergipe, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Engenharia Agrônoma. Av. Marechal Rondon s/n. Jardim Rosa Elze, 49100000 - São Cristóvão, SE – Brasil, Telefone: (79) 21056929, Fax: (79) 21056986

Robério Anastácio Ferreira

E-mail: roberioaf@yahoo.com.br

Universidade Federal de Sergipe, Centro de Ciências Agrárias Aplicadas, Cidade Universitária Professor José Aloísio Campos - Av. Marechal Rondon S/N, Jardim Rosa Elze, 49100000 - São Cristóvão, SE – Brasil, Telefone: (79) 21056980, Ramal: 6982

Roberto Muhajir Ranhemay Rabbani

E-mail: robertorabbani@gmail.com

Universidade Federal do Sul da Bahia, Campus Sosígenes Costa, Rodovia BR 367 Km 31, S/N - Zona Rural, Porto Seguro - BA, 45810-000, Telefone: (73) 3679-1163

Sheila Valéria Álvares-Carvalho

Email: carvalhosva@gmail.com

Bolsista pós-doutorado PNPd-CAPES do Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade

Silvio Henrique Menezes Gomes

E-mail: silviohgomes@yahoo.com.br

Mestrado em andamento em Ciências Florestais. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, Brasil.

Autores

Soraia Stéfane Barbosa Barretto

E-mail: stefanebarretto@bol.com.br

Mestrado em Ecologia e Conservação. Universidade Federal de Sergipe, UFS, Brasil.

Valéria Melo Mendonça

E-mail: vmm.se@hotmail.com

Instituto Federal de Sergipe, Campus São Cristóvão. BR 101, Km 96, Povoado Quissamã, 49100000 - São Cristóvão, SE – Brasil, Telefone: (079) 37113050

Vanderlan da Silva Bolzani

E-mail: bolzaniv@iq.unesp.br

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Química de Araraquara, Departamento de Química Orgânica. Rua Prof. Francisco Degni nº 55, Quitandinha, 14800900 - Araraquara, SP - Brasil - Caixa-postal: 355, Telefone: (16) 33019660, Fax: (16) 330195109

INDÍCE

APRESENTAÇÃO.....	13
Aspectos fisiológicos e bioquímicos de sementes de <i>Erythrina velutina</i> Willd. na tolerância aos estresses abióticos durante a germinação e crescimento inicial de plântulas	15
Aspectos fitoquímicos e farmacológicos de <i>Erythrina</i>	49
Aspectos da morfologia de mulungu (<i>Erythrina velutina</i> Willd.) ...	73
Ciclo de produção de mudas de mulungu (<i>Erythrina velutina</i> Willd.) em comparação com outras espécies florestais nativas do Estado de Sergipe	91
Diversidade e conservação genética de <i>Erythrina velutina</i> Willd.	107
Indicadores de sustentabilidade para conservação genética em área de mata ciliar	121
Micropropagação de <i>Erythrina velutina</i> Willd.....	137
Modelagem de distribuição geográfica potencial de <i>Erythrina velutina</i> e <i>E. mulungu</i> na região Nordeste.....	157
Potencialidades medicinais de <i>Erythrina</i> sp.....	175
Prospecção tecnológica de <i>Erythrina</i> sp.....	189
Publicações acadêmicas sobre mulungu: subsídio para a conservação	213
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	243

Pensando a biodiversidade: mulungu (*Erythrina* sp.)

APRESENTAÇÃO

Este é o quarto livro da série "Pensando a Biodiversidade". O primeiro, "Pensando a biodiversidade: aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi.)", foi o resultado de três anos de pesquisa, com a finalidade de propor estratégias para o manejo sustentável da aroeira no baixo curso do rio São Francisco, entre Sergipe e Alagoas, com estratégias para uso e conservação da espécie.

Posteriormente questões jurídicas e sociais, relacionadas a biodiversidade, bem como temas complexos envolvendo comunidades tradicionais foram estudados e compilados, surgindo o segundo livro "Pensando a biodiversidade: etnociência".

O terceiro livro contempla a espécie pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), pois há mais de nove anos surgiu o interesse de pesquisa com a espécie, por ser uma alternativa para a produção sustentável de biodiesel no Brasil.

Assim, no mesmo espírito conservacionista, e no intuito de compilar informações sobre as espécies comumente chamadas de mulungu, em especial a *Erythrina velutina* Willd. e a *Erythrina verna*

Pensando a biodiversidade: mulungu (*Erythrina* sp.)

Vell., esta última também conhecida como *Erythrina mulungu* Mart. ex Benth., nasceu o quarto livro da série “Pensando a biodiversidade”.

As espécies aqui exploradas apresentam importância ambiental, social e econômica, que necessitam da ampliação do conhecimento para ações conservacionistas para que não desapareçam do seu habitat. Os pesquisadores que contribuíram na construção desta obra atuam nos mais diversos institutos de ensino e pesquisa no Brasil e reuniram informações valiosas sobre as espécies.

Esperamos que os leitores possam aproveitar ao máximo os resultados e pensamentos apresentados para a conservação da biodiversidade brasileira.

As organizadoras

Aspectos fisiológicos e bioquímicos de sementes de *Erythrina velutina* Willd. na tolerância aos estresses abióticos durante a germinação e crescimento inicial de plântulas

Renata Conduru Ribeiro¹, Bárbara França Dantas² & Claudinéia Regina Pelacani³

A germinação de espécies arbóreas tropicais ainda necessita de informações mais precisas sobre fatores abióticos envolvidos intrinsecamente às sementes, que podem interferir no processo germinativo delas.

O conhecimento para o manejo e análise de sementes da maioria das espécies florestais nativas do Nordeste do Brasil, de modo que possam fornecer dados que possam caracterizar seus atributos físicos e fisiológicos, ainda é insuficiente. Nesse sentido, o estudo da germinação de sementes, o conhecimento sobre como o estresse influencia esse processo tem importância especial na ecofisiologia para avaliar os limites

¹Laboratório de Análise de Sementes (LASESA), Embrapa Semiárido; rconduru@gmail.com

² LASESA; rconduru@gmail.com, barbara.dantas@embrapa.br

³ Laboratório de Germinação (LAGER), Departamento de Biologia (UEFS); claudineiapelacani@gmail.com

de tolerância e a capacidade de adaptação das espécies, pois os fatores abióticos interferem na germinação das sementes (LARCHER, 2006).

O processo germinativo se inicia com a absorção de água por embebição, porém, há necessidade de que a semente alcance um nível de hidratação que permita a reativação dos seus processos metabólicos para o estabelecimento das plântulas. Para que a germinação ocorra satisfatoriamente, a semente, viva e não dormente, deve dispor de condições favoráveis de ambiente. Os fatores ambientais essenciais à germinação das sementes são a temperatura, água e o oxigênio. O grau de exigência desses fatores é variável entre as espécies e é determinado pelo genótipo e pelas condições ambientais prevalentes durante a formação das sementes (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989).

Assim, como em plantas diversas alterações podem ocorrer nas sementes durante a exposição ao estresse. A sensibilidade à dessecação, por exemplo, é um fenômeno fisiológico complexo e envolve uma série de mecanismos deletérios e/ou protetores dependendo das condições da dessecação (LI & SUN, 1999).

São vários os mecanismos sugeridos e relacionados com a tolerância à dessecação em sementes ortodoxas, tais como o acúmulo de reservas

insolúveis e a presença de um sistema de reparo durante a reidratação de sementes secas. A ausência ou expressão insuficiente de um ou mais desses mecanismos é considerada a causa da sensibilidade à dessecação em sementes recalcitrantes (PAMMENTER & BERJAK, 1999). Isso pode também explicar e determinar o momento durante a embebição, no qual sementes ortodoxas perdem a capacidade de tolerância a uma eventual condição de restrição hídrica, afetando diretamente a germinação e o estabelecimento plântulas (BUTTINK *et al.*, 2003). Portanto, o estudo da tolerância ao estresse por seca converge com o entendimento da tolerância à dessecação. Estudos com sementes ortodoxas e com plantas tolerantes à desidratação têm possibilitado a identificação de vários genes envolvidos na tolerância à dessecação, como *ABI5*, genes *LEA* e '*heat-shock*' (VICIENT *et al.*, 2000; BARTELS & SALAMINI, 2001; RAMANJULU & BARTELS, 2002; BERNACCHIA & FURINI, 2004).

Aparentemente, a imposição de estresse osmótico as sementes podem induzir tolerância a outros tipos de estresses em espécies cultivadas, incluindo tolerância à seca e a sais (BURGASS & POWELL, 1984; BRUGGINK *et al.*, 1995; CAYUELA *et al.*, 1996; CADMAN *et al.*, 2006). Esse parece ser um fenômeno evolutivo natural em espécies nativas, de adaptação a condições adversas. Dentro desse enfoque, percebe-se a importância das pesquisas relativas a estresses em sementes, como componente essencial e inicial de tolerância às condições adversas ao longo do ciclo de vida natural da maioria das espécies vegetais.

Nesse sentido, são necessários avanços no desenvolvimento de metodologias adequadas, as quais somente poderão existir com o conhecimento das necessidades ecológicas e do comportamento fisiológico das espécies. A fim de suprir essa necessidade, as pesquisas sobre os mecanismos de germinação e conservação de sementes de espécies nativas, de valor econômico e potencial agrônomo ou biotecnológico devem ser consideradas prioritárias, como *Erythrina velutina* Willd. (Leguminosae – Papilionoideae), uma espécie florestal nativa da caatinga, da região nordeste brasileira, que tem mostrado um comportamento de tolerância ou

mecanismos de adaptações, frente a estresses abióticos, especialmente térmico, salino e hídrico (RIBEIRO-REIS, 2012a).

Influência dos estresses abióticos na resposta germinativa de sementes

O estresse é considerado um desvio das condições ótimas que induz mudanças e respostas em todos os níveis funcionais do organismo submetido e conforme a duração deste, essas mudanças podem ser reversíveis ou tornarem-se permanentes (LARCHER, 2006), segundo ainda esse mesmo autor, um dos métodos mais difundidos para determinação da tolerância das plantas aos estresses abióticos é a observação da capacidade germinativa das sementes nestas condições.

Para que as sementes germinem é necessário que existam condições favoráveis de luz, temperatura e disponibilidade de água (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012). A germinação é um processo complexo em que a semente deve recuperar-se rapidamente da secagem sofrida no final do processo de maturação, retomando uma intensidade sustentada do metabolismo, que proporcione eventos celulares essenciais para permitir a emergência do embrião, e se preparar para o crescimento subsequente das mudas (NONOGAKI *et al.*, 2010). O início desse processo se dá pela

absorção de água pela semente seca até que todas as matrizes e os conteúdos celulares estejam completamente hidratados. Essa é uma fase crítica do biociclo vegetal, pois o processo está associado a vários fatores de natureza extrínseca e intrínseca. Fatores intrínsecos são constituição química, além de processos fisiológicos e metabólicos característicos das sementes. Fatores extrínsecos são referentes ao ambiente físico externo às sementes, como temperatura, disponibilidade de água e qualidade física e química do substrato (BEWLEY & BLACK, 1994; MARCOS FILHO, 2005).

Estresse Térmico

A temperatura influencia o metabolismo das sementes, alterando processos bioquímicos ou fisiológicos, existindo temperaturas limitantes e ótimas para a germinação. A temperatura é responsável não somente pela velocidade de germinação como também pelo percentual final de germinação (FERRAZ-GRANDE & TAKAKI, 2001; MEDEIROS-SILVA *et al.*, 2002; SOCOLOWSKI & TAKAKI, 2004).

A quantidade de água absorvida durante a hidratação das sementes depende da temperatura e da quantidade de água disponível. Os efeitos da temperatura podem variar em diferentes espécies e

variedades, bem como diferente localização ambiental das plantas matrizes da mesma espécie ou variedade (BASKIN & BASKIN, 2001; VERMA *et al.*, 2010; KUMAR *et al.*, 2011).

A faixa de 20 a 30°C mostra-se adequada para a germinação de grande número de espécies subtropicais e tropicais, em *E. velutina* a germinação foi afetada pelas temperaturas baixas e elevadas de incubação. A maior taxa de germinação (%) ocorreu em 25°C (99% de sementes germinadas), e média de 2,99 dias, sendo considerada a temperatura ótima de germinação. O tempo médio de germinação, velocidade média e parâmetros de índice de uniformidade nas demais temperaturas aplicadas foram mais sensíveis às variações de temperatura nas sementes de *E. velutina* (Tabela 1).

Resultados demonstrando o efeito da temperatura na germinação de outras espécies leguminosas também foram descritos por Varela *et al.* (2005) com itaubarana (*Acosmium nitens* (Vog.) Yakovlev) uma Caesalpinioideae, onde para os valores de porcentagem de germinação, a temperatura de 25°C foi significativamente superior quando comparada a 20, 30 e 35°C. A germinação de *Acacia polyphylla* DC. uma Mimosoideae, foi diminuída em 15°C, e valores de germinação mais elevados foram obtidos a 25°C (ARAÚJO NETO *et al.*, 2003). *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore apresenta temperatura ótima de 35°C para germinação (CABRAL *et al.*, 2003).

Para *Poecilanthe parviflora* Benth . 25°C e 30°C foram as temperaturas apropriadas para a germinação (VALADARES *et al.*, 2008). Assim, é evidente que a temperatura é um fator crítico para a germinação de sementes, mas que para a maioria das espécies a temperatura de 25°C está entre as mais apropriadas para a germinação (Figura 1).



Figura 1. Germinação de sementes de mulungu (*E. velutina* Willd.) submetidas a diferentes temperaturas 35°C (A) e 25°C (B) (Ribeiro-Reis *et al.* 2012c)

Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), temperaturas mais baixas ou mais elevada do que a temperatura óptima tende a reduzir a velocidade de germinação das sementes expostas a fatores adversos durante períodos mais longos, o que pode reduzir a germinação total. Os resultados obtidos a 40°C nas sementes de *E. velutina* foram consistentes com esta redução na viabilidade, porque todas as variáveis, com a exceção do tempo médio de germinação, foram significativamente menores (Tabela 1).

Estresse Hídrico

Além da temperatura a disponibilidade de água é capaz de influenciar o processo germinativo e o desenvolvimento pós-germinativos de plântulas. Essa condição é vista como um fator limitante à iniciação da germinação de sementes e estabelecimento de plântulas no campo. Isso porque afeta diretamente as relações hídricas em sementes e subsequente desenvolvimento de plântulas, implicando direta ou indiretamente em todas as demais etapas do metabolismo, incluindo reativação do ciclo celular e crescimento (DE CASTRO *et al.*, 2000).

Tabela 1. Germinação (G, %), tempo médio (Tm, dias), velocidade média (Vm, dias⁻¹) e índice de velocidade de germinação (IVG, protrusão de radícula.dia⁻¹) de sementes de *Erythrina velutina* submetidas a diferentes temperaturas (°C), potenciais osmóticos (MPa) e concentrações de solução de NaCl (CE dS.m⁻¹) durante a germinação (RIBEIRO-REIS *et al.*, 2012a).

Tratamentos	G	Tm	Vm	IVG
Temperatura				
15	92a	4,54a	0,22a	5,99b
25	99a	2,99b	0,34a	9,04a
35	81b	2,94b	0,34a	7,43b
40	2c	5,85a	0,17b	3,18c
PEG 6000				
0,0	100a	4,43a	0,23a	2,49a
-0,2	96a	5,59a	0,18b	1,76b
-0,4	96a	8,02b	0,12c	1,27bc
-0,6	96a	11,77c	0,08c	0,83c
NaCl				
0	100a	4,67a	0,22a	2,420a
2	100a	4,70a	0,21a	2,272a
4	100a	4,90a	0,20a	2,200a
6	93a	5,00a	0,19a	1,989a
8	100a	4,73a	0,21a	2,305a
10	100a	4,97a	0,20a	2,115a
12	100a	4,66a	0,21a	2,295a
14	100a	5,62a	0,17a	2,817a
16	100a	5,96a	0,16a	2,669a
18	97a	5,96a	0,16a	2,686a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna para cada tratamento não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A mudança de potencial osmótico influencia a germinação de sementes de *E. velutina*. A germinação (%) permanece em níveis elevados até -0,6 MPa, acima deste potencial a germinação é bloqueada. A velocidade de germinação é menor em potenciais osmóticos mais negativos, sendo necessário um tempo mais longo para protrusão da radícula nas sementes (RIBEIRO-REIS *et al.*, 2012b).

O déficit hídrico ocasiona um prolongamento da fase estacionária do processo de embebição por causa da redução da atividade enzimática e, conseqüentemente, um menor desenvolvimento meristemático e atraso na protrusão da radícula (FALLERI, 1994), como ocorreram nas sementes de *E. velutina* submetidas a -0,2 MPa e principalmente verificado em -0,6 MPa. De acordo com os resultados obtidos por Ribeiro-Reis *et al.* (2012b), o vigor é muito mais sensível à deficiência hídrica do que a porcentagem de germinação nas sementes de mulungu. Nas sementes submetidas a -0,8 MPa quando restabelecidas as condições adequadas para germinação, germinaram 100%. Com este resultado fica evidente que, neste potencial, as sementes não perdem a viabilidade e nem entraram em dormência. Esse tipo de resposta passa a ser bastante interessante em espécies submetidas a estresses hídricos mais severos, onde

logo após as condições do meio se restabelecerem, mostram a capacidade de germinarem numa velocidade ainda maior, quando comparada com sementes que não foram submetidas à restrição hídrica, possibilitando a sobrevivência das sementes e da espécie (RIBEIRO-REIS *et al.*, 2012b).

Estresse Salino

Como resultado do déficit hídrico, há geralmente elevação de sais solúveis (salinidade) que podem influenciar, significativamente, na resposta germinativa das espécies. O excesso de sais solúveis provoca uma redução do potencial hídrico do substrato, induzindo menor capacidade de absorção de água pelas sementes, devido à diminuição do potencial osmótico do mesmo (CHAVES *et al.*, 2009). Isso retarda a embebição das sementes ou o alongamento da raiz, além de provocar toxicidade nos tecidos devido ao acúmulo em excesso dos íons Na⁺ e Cl⁻ (ESTEVES & SUZUKI, 2008; GÓIS *et al.*, 2008).

O aumento da salinidade no meio de incubação não causou alterações significativas na germinação das sementes de *E. velutina* até a CE de 18 dS.m⁻¹ (Tabela 1), no entanto, a restrição hídrica promovida pela solução de NaCl afetou o crescimento inicial das plântulas que mostraram-se menores e com baixa produção de massa

seca, proporcionando diminuição da razão parte aérea/raiz de plântulas de *E. velutina*, indicando que esta espécie provavelmente não suporta crescer em solos com potencial osmótico superior a 6 dS.m⁻¹ CE (RIBEIRO-REIS *et al.*, 2012a). De forma diferente ao que ocorreu em sementes de *E. velutina*, em sementes de paineira (*Chorisia speciosa* A.St.-Hil.) (FANTI & PEREZ, 2004) *Jatropha curcas* L. (Andréo-Souza *et al.*, 2010) e *Carthamu stinctoriu* sL. (DANTAS *et al.*, 2011), não foi verificado um limite elevado de tolerância ao estresse salino. Por outro lado, sementes de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan, *Aspidosperma pyriformium* Mart. (DANTAS *et al.*, 2014) e *Bauhinia cheilantha* (Bong) Stend. e *Myracrodruon urundeuva* Allemão (OLIVEIRA *et al.*, 2014) apresentam alta tolerância ao estresse salino.

O período germinativo é importante para a sobrevivência das espécies florestais, principalmente nos locais onde a disponibilidade de água é limitada durante um período do ano (BRAGA *et al.*, 2009). A observação do grau de tolerância ao estresse salino, neste processo é importante e depende da capacidade das plantas de

minimizarem os efeitos da salinidade através de mecanismos específicos de adaptação (LARCHER, 2006).

Sementes de plantas de áreas com baixo índice de pluviosidade, como as do semiárido, como estratégia de sobrevivência, germinam mais rápido do que as de outros habitats, já que estão programadas fisiologicamente para germinarem no curto espaço de tempo das estações chuvosas e em que os níveis de salinidade do solo são geralmente reduzidos e há disponibilidade de água suficiente para favorecer a germinação (GORAI & NEFFATI, 2007; 2009).

A resistência elevada a estresses abióticos é uma característica original de sementes, mas que não é explorada como uma fonte potencial para conferir tolerância a plântulas ou plantas inteiras, assim como não é explorado como um marcador potencial para o estabelecimento e melhoria do plantio como um todo. Nesse sentido, sementes podem estar expostas a estresses severos também durante o desenvolvimento e maturação, incluindo seca e temperaturas elevadas (BOWLER & FLUHR, 2000; PASTORI & FOYER, 2002).

A tolerância ao estresse osmótico e iônico induzido pela restrição de água e por sais constituem processos complexos e geralmente interligados, envolvendo a interação de várias propriedades (ZHU, 2002; FOOLAD, 2004; VERSLUES *et al.*, 2006). Do ponto de vista molecular, a transdução de sinais dos estresses por seca e por sais consistem em cadeias de sinais vinculadas as homeostases iônica e osmótica, cadeias de resposta à desintoxicação (controle de danos e reparos), e cadeias de regulação do crescimento, com efeito sobre a ativação ciclo celular e crescimento (ZHU, 2002). Os mecanismos fisiológicos de sobrevivência sob estresse hídrico (seca), salino e por calor ainda precisam ser bastante estudados em sementes de espécies nativas.

Os problemas de escassez de água também fizeram ressurgir o interesse nas pesquisas sobre técnicas de aplicação segura e controlada de águas residuárias na agricultura. Desta forma, muitos estudos têm sido desenvolvidos para provar a eficiência do reuso da água de forma segura, principalmente em países ou regiões onde o recurso água encontra-se de forma limitada.

As espécies nativas do semiárido são adaptadas às severas condições hídricas predominantes na região, podendo constituir uma importante

alternativa para o aproveitamento e recuperação das áreas salinizadas ou em processos de salinização, condições em que a exploração de muitas espécies agrícolas é inviável economicamente (SILVA *et al.*, 2009).

Pensando na reutilização futura desse tipo de fonte de água, a atividade florestal, por suas peculiaridades, apresenta-se como uma alternativa promissora, principalmente por não envolver produção de alimentos para consumo humano e nem riscos à saúde (CROMER, 1980).

Uma das atividades agrícolas na qual a *E. velutina*, entre outras espécies da Caatinga, pode ser explorada é a agricultura bioessalina, um termo amplo utilizado para descrever a agricultura sob uma gama de níveis de salinidade nas águas subterrâneas ou águas residuais e solos, ou uma combinação de ambos (MASTERS *et al.*, 2007), tais como o uso da irrigação de água subterrânea salina. Embora, as sementes de *E. velutina* apresentam uma redução da velocidade de germinação quando submetida à água bioessalina, proveniente de tanques de piscicultura abastecidos com água salobra, sua germinação se manteve ao redor de 100% e o seu coeficiente de uniformidade de germinação aumentou (DANTAS *et al.*, 2014).

Mudanças Bioquímicas durante os estresses abióticos

O estabelecimento de uma determinada espécie está ligado à capacidade de suas sementes germinarem rápida e uniformemente. A fim de vencer a concorrência com outras espécies, ou pela capacidade de se manterem viáveis por períodos mais longos, até que as condições ambientais sejam propícias ao desenvolvimento das plântulas, a espécie pode lançar mão de outros meios adaptativos, como a mobilização de determinadas reservas que serão úteis para a formação de estruturas físicas, como a parede celular, ou para respiração, sintetizando intermediários metabólicos com finalidades diversas.

Durante a germinação, as reservas insolúveis de alto peso molecular presente nas sementes, como lipídeos, proteínas e açúcares, são degradadas e convertidas a formas solúveis, que são rapidamente transportadas aos tecidos em crescimento e utilizadas em reações de síntese ou de produção de energia. As modificações metabólicas que ocorrem nesses estádios são resultado da atividade de várias enzimas de hidrólise e transferência (BEWLEY & BLACK, 1994; BUCKERIDGE, *et al.*, 2004) e podem expressar a qualidade fisiológica de semente.

A mobilização e degradação das reservas das sementes de *E. velutina* submetidas a estresses abióticos durante a germinação foram afetadas pelas temperaturas baixas e elevadas de incubação e também à restrição hídrica (RIBEIRO-REIS *et al.*, 2012c). A temperatura 25°C foi ótima para a espécie, sendo observado redução dos açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR), proteínas totais (PT) e aumento de aminoácidos totais (AA) livres, esses resultados foram bem relacionados com a mobilização das reservas de carbono e nitrogênio para o crescimento do eixo embrionário.

A germinação foi inibida em 40°C, com apenas 4% de emissão de radícula, sendo atribuída à elevada taxa de degradação das macromoléculas nas sementes de *E. velutina*. Todas as variáveis analisadas durante a germinação apresentaram variações em função da temperatura contínua no intervalo de 15 a 40°C. A mobilização de reservas de carbono e nitrogênio nas sementes também foi influenciada pelo estresse hídrico. Houve redução na germinação entre -0,2 e -0,6 MPa, sendo que a degradação e mobilização de macromoléculas foi mais lenta quando o potencial osmótico foi diminuído (RIBEIRO-REIS *et al.*, 2012b).

Em sementes de *M. urundeuva*, Virgens *et al.*, (2012) verificaram que as variações nos teores dos metabólitos quantificados nas sementes submetidas ao estresse hídrico provocaram alterações quantitativas sem comprometer o desenvolvimento germinativo. No entanto segundo esses autores quando as sementes foram submetidas a estresse térmico, os efeitos foram deletérios inviabilizando a germinação através da degradação e/ou inibição da síntese dos compostos necessários para o início da germinação.

O processo de germinação envolve uma série de atividades metabólicas, durante as quais uma sequência programada de reações químicas, cada uma dessas apresentando exigências próprias quanto à temperatura, principalmente porque dependem da atividade de sistemas enzimáticos específicos (MARCOS FILHO, 2005).

A mobilização das reservas das sementes ocorre após o alongamento e emissão da raiz primária, sendo, portanto, um evento pós-germinativo, no entanto, a degradação dessas reservas se inicia nas primeiras horas de embebição das sementes não dormentes (BEWLEY & BLACK, 1994). Além da temperatura a água é imprescindível para o reinício das atividades metabólicas durante o

processo germinativo por três razões: para a hidratação de enzimas preexistentes nas sementes quiescentes, como substrato na digestão hidrolítica de substâncias de reserva e enfim, para a solubilização e transporte das reservas recém degradadas (MARCOS FILHO, 2005).

O acúmulo de AST nas sementes de *E. velutina* (Figura 2) submetidas aos potenciais de maior restrição hídrica pode ser também uma tentativa de ajuste osmótico (RIBEIRO-REIS *et al.*, 2012b), como ocorrido nas sementes submetidas ao estresse salino, em que a restrição hídrica promovida pelo sal provocou uma desaceleração dos processos fisiológicos e bioquímicos durante a germinação. Em $6\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ocorreu uma mudança no padrão de mobilização das reservas, indicando uma tentativa de ajuste osmótico (RIBEIRO-REIS *et al.*, 2012c).

As sementes de espécies tolerantes ao sal tendem a ter baixos potenciais osmóticos, permitindo-lhes absorver a água do ambiente (ZHANG *et al.*, 2010). A diminuição do potencial osmótico, em sementes tolerantes ao estresse salino, pode ser alcançada de duas maneiras: a exclusão de sal a partir do citosol por compartimentalização vacuolar (SONG *et al.*, 2005), enquanto se mantém um potencial osmótico através da síntese e acúmulo de compostos de massa molecular pequena, como açúcares álcoois,

prolina e glicina betaína (HELLEBUST, 1976; YANCEY *et al.*, 1982), os quais são denominados de osmólitos, osmoprotetores ou solutos compatíveis.

A função exata desses compostos, nas plantas, embora seja desconhecida, pode estar relacionada à proteção dos vegetais a estresses abióticos, funcionando como uma ferramenta para o ajustamento osmótico celular (HELLEBUST, 1976). Além dessa função principal no ajustamento osmótico, os osmoprotetores podem ajudar na estabilização de macromoléculas e proteção contra danos oxidativos sob condições adversas (YEO, 1998). Vários trabalhos têm discutido a osmoproteção em plantas e sua potencial aplicação na tolerância à seca e a salinidade (HARE & CRESS, 1997; RATHINASABAPATHI, 2000; PARIDA & DAS, 2005; ZHANG *et al.*, 2010).

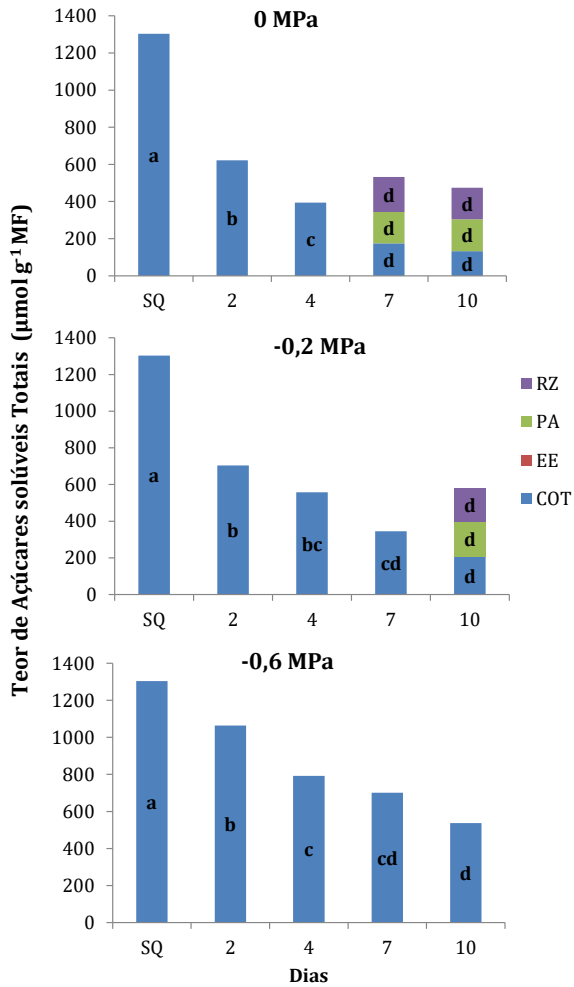


Figura 2. Teores de Açúcares Solúveis Totais ($\mu\text{mol g}^{-1}$ MF) em cotilédones de sementes quiescentes (SQ) e em cotilédones (COT), parte aérea (PA) e raiz (RZ) de sementes de *E. velutina* Willd. submetidas a estresse hídrico durante a germinação (traduzido de RIBEIRO-REIS *et al.* 2012b).

A quantidade de sais solúveis a partir de 4 dS.m^{-1} , exerceu efeito no crescimento inicial de plântulas de *E. velutina*, retardando a expansão do eixo e a mobilização dos compostos nas sementes de mulungu a partir de 4 dias de exposição à solução salina. A inibição do crescimento inicial de *E. velutina* ocasionada pela salinidade, se deve tanto ao efeito osmótico, ou seja, à seca fisiológica produzida, como ao efeito tóxico, resultante da concentração de íons no protoplasma (Figura 3).

Apesar do Na^+ ser um cátion importante presente no solo, ele não é considerado um mineral essencial para a maioria das plantas. Em solos salinos, como da Caatinga (DANTAS *et al.*, 2006), elevadas concentrações de Na^+ podem perturbar o equilíbrio de outros minerais, tais como K^+ , causando assim uma redução no turgor da célula, essa toxicidade iônica pode ainda ocasionar o atraso da emergência das plântulas e da mobilização de reservas ou até diminuir a viabilidade das sementes, por afetar processos fisiológicos e metabólicos dos tecidos embrionários (ESTEVES & SUZUKI, 2008; KUMAR *et al.*, 2008; MUNNS & Tester, 2008; VOIGT *et al.*, 2009).



Figura 3. Desenvolvimento inicial de plântulas de mulungu (*E. velutina* Willd.) submetidas a diferentes concentrações de solução de NaCl, 4 dS.m⁻¹ (A) e 8 dS.m⁻¹ (B) (RIBEIRO-REIS *et al.*, 2012c)

Mecanismos antioxidantes de tolerância aos estresses abióticos

A formação de espécies reativas de oxigênio (EROs) tem sido relatada por vários autores como produto do estresse biótico e abiótico (FOYER & NOCTOR, 2000; REDDY *et al.*, 2004).

A seca e o acúmulo de íons tóxicos tornam-se tipos de estresse oxidativo para os vegetais. Radicais livres são formados sob condições de estresse oxidativo bem como pelas reações normais da cadeia de transporte de elétrons, mas que são altamente reguladas (MAZHOU DI *et al.*, 1997; GREGGAINS *et al.*, 2000), todavia esta regulação pode ser perdida se o estresse for mais severo aumentando consideravelmente a produção de radicais livres que podem levar a uma cascata de evento que começando com a peroxidação de lipídeos, avançam para degradação de membranas e para morte celular (GREGGAINS *et al.*, 2000). O superóxido ($O_2^{\cdot-}$) é o primeiro produto da redução do oxigênio molecular. Ele pode reagir para produzir várias outras espécies reativas e pode formar H_2O_2 tanto enzimática ou espontaneamente (PITCHER & ZILINSKAS, 1996).

O peróxido de hidrogênio (H_2O_2) não é um radical livre, mas participa como oxidante e redutor em muitas reações celulares (PRICE *et al.*, 1989). É altamente difusível através das membranas e compartimentos aquosos e pode inativar diretamente enzimas sensíveis em baixas concentrações. Tal como o superóxido ($O_2^{\cdot-}$), o H_2O_2 é pouco estável e, portanto, menos tóxico que outras espécies reativas de oxigênio. A principal ameaça imposta por estes radicais está na habilidade de gerarem altas quantidades de radicais hidroxil (OH^{\cdot}), que é a mais potente espécie oxidante encontrada em sistemas biológicos. Este reage de forma não específica com qualquer molécula biológica (SGHERRI & NAVARI-IZZO, 1995; BARTELS, 2001).

As plantas desenvolveram uma rede elaborada e eficiente de mecanismos de eliminação que lhes permitem superar a toxicidade a EROs (BAILEY-SERRES & MITTLER, 2006; FOYER & NOCTOR, 2005). O aumento nos oxidantes celulares pode levar a super expressão de genes de enzimas de desintoxicação como as superóxido dismutases (SOD) (GIANNOPOLITIS & RIES, 1977), catalase (CAT), peroxidase (PRX) e enzimas do ciclo ascorbato-glutationa (BAILLY *et al.*, 1998; BAILLY, 2004) como parte de uma estratégia requerida para superar o estresse oxidativo.

Tradicionalmente, os estudos mostram a ação das EROs apenas como geradores de dano oxidativo. Entretanto, ao longo destes anos, vários estudos fisiológicos encontraram correlação entre níveis de antioxidantes e o nível de tolerância ao estresse em espécies, variedades e biótipos de plantas. Pesquisas demonstram que diversas respostas celulares a estímulos fisiológicos normais ou a estresses são induzidas pela produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) em compartimentos celulares específicos (EDREVA, 2005; KWAK *et al.*, 2006; FEDOROFF, 2006) mostrando seu papel importante na sinalização celular (MITTLER, 2011). No entanto, o efeito danoso das EROs depende de um delicado equilíbrio espacial e temporal entre a produção e remoção das mesmas.

Mudanças no balanço das enzimas desintoxicadoras de EROs induzem mecanismos compensatórios nos tecidos. Por exemplo, quando a catalase é reduzida, enzimas protetoras como ascorbato peroxidase e glutathione peroxidase são expressas em maiores quantidades em efeito compensatório (APEL & HIRT, 2004).

Uma ampla gama de outros compostos, incluindo oligossacarídeos, glicoproteínas e peptídeos, também pode mediar à indução das reações de defesa nas plantas (BENHAMOU & NICOLE, 1999; JUNG *et al.*, 2000). De forma análoga, a resistência ao frio ou aos choques de calor podem ser aumentados por elevação na concentração de compostos fenólicos (RIVERO *et al.*, 2001) ou por alguns aminoácidos envolvidos na síntese de fenólicos (MACHADO NETO *et al.*, 2004). Em sementes a incapacidade de os tecidos sensíveis à dessecação efetuarem adequada proteção contra eventos oxidativos, consequentes do metabolismo alterado existente durante a desidratação, pode ser considerada como uma das principais causas da sensibilidade à dessecação e da reduzida longevidade (LEPRINCE *et al.*, 1993).

As sementes podem estar expostas a estresses severos também durante o processo germinativo, incluindo seca e temperaturas elevadas, e neste sentido existem poucos relatos sobre mecanismos bioquímicos de resposta ao estresse, e mais especificamente na atividade de enzimas antioxidantes. A detecção da atividade destas enzimas durante a germinação tem sido verificada em algumas espécies, tais como, *Picea omorika* (PRODANOVIC *et al.*, 2007),

Medicago sativa (CAKMAK *et al.*, 2010) e *Jatropha curcas* (CAI *et al.*, 2011), no entanto, não existem muitos trabalhos publicados com sementes de espécies florestais submetidas a estresses abióticos.

Muitas fontes de EROs foram identificadas em plantas, sendo que qualquer transferência ou transporte de elétrons pode potencialmente gerar EROs. Nesse sentido, sementes ortodoxas representam um caso particular. Exceto durante a fase inicial de desenvolvimento, as sementes são desprovidas de uma fonte importante de EROs, que é através transporte de elétrons fotossintético, o que leva à produção de superóxido (O_2^*), e oxigênio singleto (1O_2). Além disso, no final do desenvolvimento e a partir do início da germinação, o teor de umidade das sementes e atividade metabólica variam drasticamente. Portanto, as fontes de EROs em sementes provavelmente variam consideravelmente (BAILLY, 2004).

A identidade química e a fonte celular das EROs que se acumulam durante o estresse abiótico pode ditar o padrão de expressão de conjuntos específicos de genes e a indução de certos mecanismos de aclimação e de defesa (MITTLER *et al.*, 2004).

Ribeiro *et al.* (2014) verificou a atividade das enzimas relacionadas ao estresse oxidativo durante a germinação de sementes de *Erythrina velutina* submetidas a estresses abióticos. As atividades das enzimas antioxidantes foram detectadas nos cotilédones e eixo embrionário de sementes de mulungu, onde a maior atividade enzimática apresentada no estresse de temperatura aplicado indicou uma maior tolerância. Esses resultados permitiram inferir que sob o aspecto do processo de desintoxicação, o mecanismo é mais eficiente em sementes submetidas a diferentes temperaturas, seguido pelo estresse salino e por fim ao estresse hídrico.

A restrição hídrica causada pelo estresse osmótico pode ter interferido nos mecanismos de defesa, impedindo a germinação, sem que ocorressem danos de deterioração às sementes, uma vez que, de acordo com Hendry (1993), as sementes são mais sensíveis ao estresse hídrico, pois os radicais livres tendem a acumular mais, porque sistemas removedores não são efetivos em organismos desidratados.

A atividade antioxidante nas sementes de *E. velutina* foi variável dependendo do tipo e nível de estresse aplicado, no entanto forneceu indicativos de que a germinação pode ser pouco afetada devido a atividade de enzimas envolvidas no mecanismo de defesa

contra espécies reativas de oxigênio sob condições de estresse abiótico (RIBEIRO *et al.*, 2014).

Considerações Finais

As condições requeridas para a germinação de sementes e a forma como as condições ambientais modelam a resposta adaptativa são distintas para cada espécie, assim, a busca pelo conhecimento das condições ótimas da germinação de sementes florestais fornece informações sobre a propagação e a fisiologia das espécies (VARELA *et al.*, 2005).

Quanto aos estudos realizados com sementes de *E. velutina* submetidas a estresses abióticos, a temperatura ótima de germinação das sementes é 25°C, o tempo médio, índice de velocidade de germinação e o coeficiente de uniformidade são fatores mais sensíveis às variações da temperatura que o percentual de germinação para a espécie e o processo de mobilização e degradação de reservas das sementes é totalmente influenciado pelas temperaturas baixas e elevadas aplicadas. O estresse hídrico aplicado às sementes de *E. velutina* afeta a germinação, sendo que o limite máximo de tolerância da espécie a restrição hídrica é de -

0,6 MPa, no qual alterou o processo de mobilização e degradação de reservas das sementes. A restrição hídrica causada pela salinidade não afetou negativamente a germinação das sementes de *E. velutina* até a CE de 18 dS.m⁻¹, podendo a espécie ser considerada tolerante à salinidade com base em dados de germinação, os resultados da mobilização de reservas nessas condições salinas, evidenciam sua utilização para a germinação, e nas demais etapas do desenvolvimento ocorre a diminuição no vigor das sementes com relação ao crescimento inicial.

O aumento da salinidade no meio além de reduzir a razão parte aérea/raiz das plântulas de *E. velutina*, indicando que o efeito da salinidade é mais evidente na parte aérea do que nas raízes, promove uma desaceleração dos processos fisiológicos e bioquímicos durante a germinação, afetando negativamente o crescimento de plântulas de *E. velutina*. A maior atividade de enzimas antioxidantes no estresse de temperatura indica maior tolerância a esse estresse, por outro lado as menores atividades dessas enzimas nas sementes de *E. velutina* submetidas ao estresse osmótico durante o processo de germinação podem ser indicativos de baixa tolerância a essa condição.

Nesse contexto os resultados obtidos para *E. velutina* promove um avanço significativo sobre alguns dos processos fisiológicos que

acontecem durante a germinação e crescimento inicial de plântulas, principalmente pelo fato da espécie estar inserida em um ambiente propenso a condições de seca e altas temperaturas na maior parte do ano. Além disso, essa situação de estresse tende a se agravar pelos impactos das mudanças no clima do Nordeste, que serão maiores temperaturas; escassez de água e maior aridez; alta taxa de evaporação que poderá afetar o nível dos açudes e maior salinização do solo e de poços (IPCC, 2007; GONDIM *et al.*, 2010).

No entanto ainda são necessárias muitas pesquisas com essa espécie e outras espécies nativas que sofrem ainda com a escassez de conhecimento sobre a tecnologia dessas sementes, sobretudo quanto às informações inerentes ao processo de crescimento e desenvolvimento pós-germinativo que são fundamentais e servem como ponto de partida para a utilização e exploração de forma racional dessas espécies.

Pensando a biodiversidade: mulungu (*Erythrina* sp.)

Aspectos fitoquímicos e farmacológicos de *Erythrina*

Otavio Flausino Jr¹; Aline Coqueiro² & Vanderlan da Silva Bolzani³

Os seres humanos fazem uso dos produtos naturais para satisfazer suas necessidades básicas desde os primórdios da civilização. As plantas em particular, formam a base dos sistemas medicinais tradicionais mais sofisticados (NEWMAN *et al.*, 2008). O conhecimento popular do uso terapêutico de plantas na Ásia, por exemplo, data de milênios antes de Cristo e está registrado em “documentos médicos” tradicionais como o *Aryurveda*, na Índia, *Wu-Hsing*, na China e *Kampo*, no Japão (VOGEL, 1991; KANBA *et al.*, 1998; WONG *et al.*, 1998). Nos países ocidentais, os primeiros registros datam de cerca de 1500 anos a.C., na Mesopotâmia, documentando o uso de aproximadamente 1.000 preparações naturais (extratos secos ou decocções, p.ex.) derivados de plantas (BORCHARDT, 2002).

Na Europa medieval, até o século XIX, os recursos terapêuticos da medicina tradicional eram predominantemente constituídos por

¹ Pearson Education; flausino@usp.br

² Leiden University (The Netherlands); alinedqi@gmail.com

³ Universidade Estadual Paulista (UNESP); bolzaniv@iq.unesp.br

extratos vegetais, o que pode ser constatado através das farmacopéias da época (Schenkel *et al.*, 2000). Neste período alguns órgãos foram criados para controlar a comercialização dos produtos naturais, uma vez que eram constantes os casos de intoxicação através de preparações adulteradas (ELVIN-LEWIS, 2001). Neste período, as substâncias ativas das plantas passaram a ser isoladas e seus efeitos terapêuticos estudados (SCHENKEL *et al.*, 2000) e, paralelamente, com as contribuições da química orgânica, muitos compostos farmacológicos passaram a ser sintetizados a partir do farmacóforo natural.

Atualmente, segundo revisão realizada por Newman e Cragg (2007), das 974 moléculas de baixo peso molecular que entraram no mercado com atividade farmacológica, somente 37% são totalmente sintéticas e sem inspiração em substâncias naturais, o restante são novas entidades químicas (NCEs, do inglês “new chemical entities”) que foram desenvolvidas a partir de compostos de origem natural mantendo o cromóforo (NEWMAN & CRAGG, 2007).

Dos 252 medicamentos considerados como básicos e essenciais pela Organização Mundial de Saúde (OMS), 11% são exclusivamente originários de plantas e um número significativo deles são compostos

sintéticos obtidos de precursores naturais (RATES, 2001). Seguindo as orientações da OMS (Organização Mundial de Saúde) que considera a fitoterapia como parte de seu programa de saúde e apresenta os procedimentos básicos para a validação de agentes medicamentosos (WHO, 2004), o Ministério da Saúde no Brasil, criou em 2006 o Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos a partir da aprovação do Decreto Presidencial N° 5813 (22/06/2006) (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2007). Em 2013, o Ministério da Saúde, atualizou a Relação Nacional de Medicamentos Essenciais (RENAME) do qual fazem parte 12 medicamentos fitoterápicos que apresentam regulamentação na AVISA (Ministério da Saúde, 2013). Estima-se que apenas 23% da população brasileira tenham acesso ao consumo de medicamentos comercializados, dos quais 80% são importados. Por esse motivo, o uso de remédios caseiros feitos a partir de plantas constitui a principal opção para cuidados médicos primários (ELIZABETSKY & SHANLEY, 1994).

Considerando-se a necessidade de uma política nacional voltada para o desenvolvimento de diretrizes, regulamentação e pesquisa relacionando-se conhecimento popular e ciência, o Sistema Único de Saúde (SUS) criou

em 2009 a RENISUS (Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS; DAF/SCTIE/MS, 2009). Entre as 71 plantas medicinais listadas, está a *Erythrina verna*, popularmente conhecida como mulungu, entre outros nomes, amplamente utilizada pela população para o tratamento de diversas disfunções do organismo e até mesmo comercializada em medicamentos fitoterápicos “calmantes” (atividade ansiolítica e/ou sedativa), como a Maracujina* e o Ritmoneuran*.

Erythrina verna

A *Erythrina verna* (Papilionaceae-Leguminosae) (Figura 4) é uma planta arbórea (10 - 14 metros de altura) de floração vermelha que ocorre nas florestas latifoliadas semidecíduas da bacia do Paraná e em regiões de cerrado, principalmente na região oeste do Estado de São Paulo e Triângulo Mineiro (LORENZI, 1992).

A entrecasca da planta é utilizada pela população que reside nesta região como calmante e sedativo, principalmente, mas também pode ser usada como laxante. Popularmente, é conhecida como mulungu, árvore-de-coral, mulungu-coral, capa-homem, suiná-suiná, tiriceiro entre outros. No Brasil, são encontradas sete espécies de *Erythrina*: *E.*

verna, *E. velutina*, *E. crita-galli*, *E. poeppigiana*, *E. fusca*, *E. falcata*, *E. speciosa* (LORENZI, 1992).



Figura 4. Foto de *Erythrina verna* (esquerda) e detalhe da inflorescência e da flor (direita).

Fitoquímica.

Em 1877, Domínguez e Altamirano descobriram a ação paralisante muscular do extrato das sementes da *E. americana*, semelhante aos efeitos da *d*-tubocurarina (substância extraída de *Chondodendron tomentosum*) (HARGREAVES *et al.*, 1974;

HIDER *et al.*, 1986; GARÍN-AGUILAR *et al.*, 2000). A partir de então, os extratos de diferentes espécies de *Erythrina* passaram a ter suas propriedades fitoquímicas e farmacológicas investigadas. Um alcaloide cristalino, a eritroidina, foi isolado por Folkers e Major (1937) e identificado como o responsável pela atividade do tipo curare, observado no extrato das sementes de *E. americana*.

Posteriormente, foi mostrado que a eritroidina era uma mistura de dois alcaloides isoméricos denominados α -eritroidina e β -eritroidina (BOEKELHEIDE & GRUNDON, 1953; BOEKELHEIDE *et al.*, 1953), sendo este último o responsável pela atividade colinérgica, devido à sua capacidade de antagonizar receptores nicotínicos periféricos (atividade tipo curare) (HARGREAVES *et al.*, 1974; HIDER *et al.*, 1986; GARÍN-AGUILAR *et al.*, 2000).

Após o isolamento de α e β -eritroidina de *E. americana* e as descobertas de suas propriedades farmacológicas, houve grande interesse no estudo fitoquímico de outras espécies de *Erythrina*, resultando no isolamento de novos alcaloides isoquinolínicos, que por terem sido isolados primeiramente de *Erythrina* ficaram conhecidos como alcaloides eritrínicos (Figura 2) (FOLKERS & KONIUSZI, 1940; FOLKERS *et al.*, 1944; BOEKELHEIDE &

GRUNDON, 1953; BOEKELHEIDE *et al.*, 1953; TANDON *et al.*, 1969; ITO *et al.*, 1970; BARTON *et al.*, 1970; GHOSAL *et al.*, 1970; GHOSAL *et al.*; 1971; ITO *et al.*, 1971; MIANA *et al.*, 1972; GHOSAL *et al.*, 1972 a,b; BARTON *et al.*, 1973; ITO *et al.*, 1973 a,b,c,d; GHOSAL & SRIVASTAVA, 1974; MILLINGTON *et al.*, 1974; GAMES *et al.*, 1974; ITO *et al.*, 1976; BARAKAT *et al.*, 1977; El-OLEMY *et al.*, 1978; AHMAD *et al.*, 1979; TIWARI & MASSOD, 1979 a,b; MASSOD & TIWARI, 1980; SARRAGIOTO *et al.*, 1981).

Muitos trabalhos fitoquímicos têm sido realizados com o gênero *Erythrina* com o objetivo de se verificar os metabólitos produzidos por estas espécies e suas propriedades farmacológicas. O estudo fitoquímico das espécies de *Erythrina* tem demonstrado que os flavonoides, principalmente isoflavonas, pterocarpanos, flavanonas e isoflavanonas (CHACHA *et al.*, 2005, Da-CUNHA *et al.*, 1996; TANAKA *et al.*, 1996; 1997 a,b; 1998; 2001; OH *et al.*, 1999; YENESEW *et al.*, 2000; NKENGFACK *et al.*, 2001) e também os alcaloides são os principais constituintes produzidos por estas espécies.

Neste capítulo vamos focar nos estudos fitoquímicos e farmacológicos dos alcaloides das espécies *Erythrina verna* e *Erythrina velutina*.

Muitos estudos visando demonstrar e confirmar o potencial farmacológico justificando o uso destas espécies pela população foram e ainda são realizados utilizando-se extratos e frações. Porém com a confirmação da ação farmacológica de extratos de várias espécies de *Erythrina* as pesquisas de isolamento e identificação dos princípios ativos e de obtenção de um perfil metabólico para estas espécies se intensificaram, devido à necessidade de padronização destes extratos para que os mesmos possam ser utilizados com eficácia e segurança.

Os alcaloides são o principal foco das pesquisas com *Erythrina verna* e *Erythrina velutina* e muitos deles tiveram sua ação farmacológica testada (Tabela 3). Os alcaloides eritrínicos são os marcadores químicos do gênero *Erythrina*, tendo sido descritos mais de uma centena de derivados estruturais destes compostos (JUMA & MAJINDA, 2004; WANJALA *et al.*, 2002; TANAKA *et al.*, 2001; AMER *et al.*, 1991).

Tabela 3. Metabólitos secundários isolados e identificados das espécies *Erythrina verna* e *Erythrina velutina*.

Nº	Metabólitos secundários	Planta	Parte	Atividade	Bibliografia
1	eritartina	<i>Erythrina verna</i>	Flores		Sarragiotto <i>et al.</i> , 1981
2	eritartina-N-óxido	<i>Erythrina verna</i>	Flores		Sarragiotto <i>et al.</i> , 1981
3	O-metil-eritartina-N-óxido	<i>Erythrina verna</i>	Flores		Sarragiotto <i>et al.</i> , 1981
4	erisotrina	<i>Erythrina verna</i> <i>Erythrina velutina</i>	Flores Sementes	Anticonvulsivante e ansiolítico Citotóxica	Rosa <i>et al.</i> , 2012 Ozawa <i>et al.</i> , 2009
5	erisotrina-N-óxido	<i>Erythrina verna</i>	Flores		Sarragiotto <i>et al.</i> , 1981
6	(+)-eritravina	<i>Erythrina verna</i>	Flores	Ansiolítica Anticonvulsivante ou sedativo Inibidor dos receptores nicotínicos	Flausino <i>et al.</i> , 2007a,b Faggion <i>et al.</i> , 2011 Setti-Perdigão <i>et al.</i> , 2013
7	(+)-11- α -hidroxieritravina	<i>Erythrina verna</i>	Flores	Ansiolítica Anticonvulsivante ou sedativo Inibidores de receptores nicotínicos	Flausino <i>et al.</i> , 2007a,b Faggion <i>et al.</i> , 2011 Setti-Perdigão <i>et al.</i> , 2013
8	(+)-11- α -hidroxierisotrina	<i>Erythrina verna</i>	Flores	Inibidores de receptores nicotínicos	Setti-Perdigão <i>et al.</i> , 2013

^aSubstâncias identificadas por espectrometria de massas.

Tabela 3. (Continuação) Metabólitos secundários isolados e identificados das espécies *Erythrina verna* e *Erythrina velutina*.

Nº	Metabólitos secundários	Planta	Parte	Atividade	Bibliografia
9	eritristemina	<i>Erythrina verna</i>	Flores		Sarragiotto <i>et al.</i> , 1981
10	erisodina	<i>E. velutina</i>	Sementes	Citotóxica	Ozawa <i>et al.</i> , 2009
11	erisovina	<i>E. velutina</i>	Sementes	Citotóxica	Ozawa <i>et al.</i> , 2009
12	glicoyerisodina	<i>E. velutina</i>	Sementes	Citotóxica	Ozawa <i>et al.</i> , 2009
13	eritralina	<i>E. velutina</i>	Sementes	Citotóxica	Ozawa <i>et al.</i> , 2009
		<i>E. verna</i>	Cascas do caule		Guaratini <i>et al.</i> , 2014
14	8-oxo-eritralina	<i>E. velutina</i>	Sementes	Citotóxica	Ozawa <i>et al.</i> , 2009
15	Eritodina-N-óxido	<i>E. velutina</i>	Sementes		Ozawa <i>et al.</i> , 2009
16	erimelantina	<i>E. velutina</i>	Sementes		Ozawa <i>et al.</i> , 2009
17	erisopina-15- <i>O</i> -sulfato	<i>E. velutina</i>	Sementes		Ozawa <i>et al.</i> , 2011
18	Erisovina-15- <i>O</i> -sulfato de sódio	<i>E. velutina</i>	Sementes		Ozawa <i>et al.</i> , 2011
19	16- <i>O</i> - β -D-glucopiranosil coccolina	<i>E. velutina</i>	Sementes		Ozawa <i>et al.</i> , 2011
20	erisovina- <i>N</i> -oxi-15- <i>O</i> -sulfato de sódio	<i>E. velutina</i>	Sementes		Ozawa <i>et al.</i> , 2011
21	eritratidina ^a	<i>E. verna</i>	Cascas		Feitosa <i>et al.</i> , 2012

^aSubstâncias identificadas por espectrometria de massas.

Continua...

Tabela 3. (Continuação) Metabólitos secundários isolados e identificados das espécies *Erythrina verna* e *Erythrina velutina*.

Nº	Metabólitos secundários	Planta	Parte	Atividade	Bibliografia
22	eritratidinona ^a epieritratidinona ^a	<i>Erythrina verna</i>	Cascas		Feitosa <i>et al.</i> , 2012
23	11-hidroxi-eritratidinona ^a	<i>Erythrina verna</i>	Cascas		Feitosa <i>et al.</i> , 2012
24	hipaforina (alcaloide indólico)	<i>Erythrina verna</i>	Flores	hipnótico	Sarragiotto <i>et al.</i> , 1981 Ozawa <i>et al.</i> , 2008
		<i>Erythrina velutina</i>	Sementes		
25	homoesperetina	<i>Erythrina velutina</i>	Cascas do caule		Rabelo <i>et al.</i> , 2001
26	faseollidina	<i>Erythrina velutina</i>	Cascas do caule		Rabelo <i>et al.</i> , 2001
27	erivellutinona	<i>Erythrina velutina</i>	Cascas do caule		Da-Cunha <i>et al.</i> , 1996
28	4'-O-metil-sigmoidina	<i>Erythrina velutina</i>	Cascas do caule		Da-Cunha <i>et al.</i> , 1996

^aSubstâncias identificadas por espectrometria de massas.

A nomenclatura dos alcaloides eritrínicos normalmente se dá pela utilização do prefixo eriso utilizado para denotar a presença de um grupo fenólico. O prefixo eritra aponta para o esqueleto clássico como mostrado na Figura 5, enquanto o prefixo erithroi indica que o anel D é lactônico (AMER *et al.*, 1991).

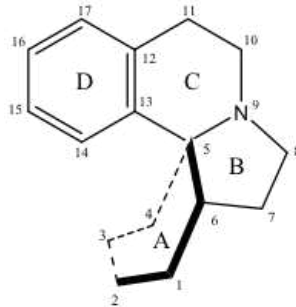


Figura 5. Estrutura básica dos alcaloides eritrínicos.

Os alcaloides eritrínicos podem também ser subdivididos entre dienoídeos, os quais possuem uma ligação dupla C-C no anel A e outra no anel B ou alcenoídeos, apresentando apenas uma ligação dupla usualmente no anel A (Figura 6). Os alcaloides lactônicos, representam uma terceira classe (AMER *et al.*, 1991).

O trabalho realizado por Feitosa e colaboradores (2012) aplicando a espectrometria de massas por impacto de elétrons na determinação dos alcaloides de *Erythrina verna*, analisou 21 alcaloides eritrínicos da classe dos dienoídeos e alcenoídeos para o reconhecimento do padrão de fragmentação destas duas classes. Os resultados obtidos mostram que os alcenoídeos tem como íon majoritário o produto da reação de Retro Diels-Alder, porém o produto do sistema dienoide (ligação dupla entre os carbonos 1 e 2 e entre os carbonos 6 e 7) não apresenta essa reação e a ausência

deste processo é um forte indicativo desta subclasse além disto, estes compostos perdem facilmente um elétron na fonte, o que por clivagem α origina o íon di-álílico, muito estável (Figura 7). Estas informações são importantes na triagem destas substâncias em extratos e frações. Este trabalho corrobora com os estudos de quimiossistemática e oferece uma ferramenta para o controle de qualidade destes extratos (FEITOSA *et al.*, 2012).

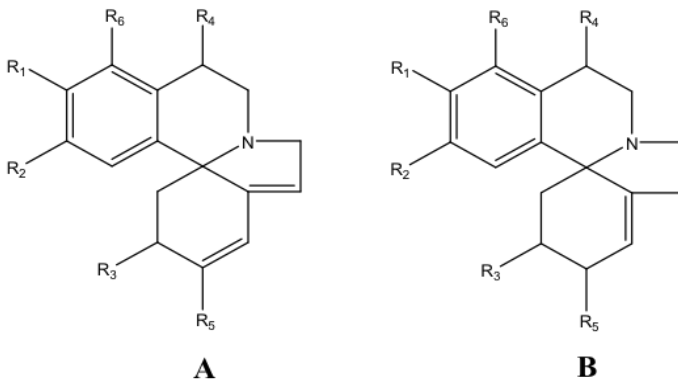


Figura 6. Subclasse dienoide (A) e subclasse alcenoide (B).

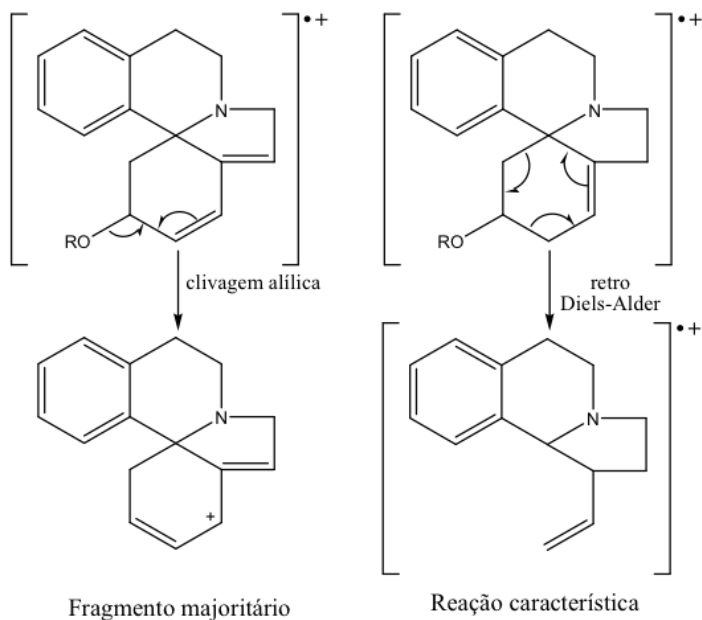


Figura 7. Fragmentação característica das subclasses dienoide e alcenoide. Adaptado de Feitosa, *et al.*, 2012.

Na Figura 8 é apresentada uma revisão de publicações em revistas indexadas contendo as substâncias isoladas ou identificadas nos extratos por espectrometria de massas nas espécies *E. verna* e *E. velutina* e as respectivas atividades farmacológicas apresentadas (Tabela 3).

Aspectos fitoquímicos e farmacológicos de *Erythrina*

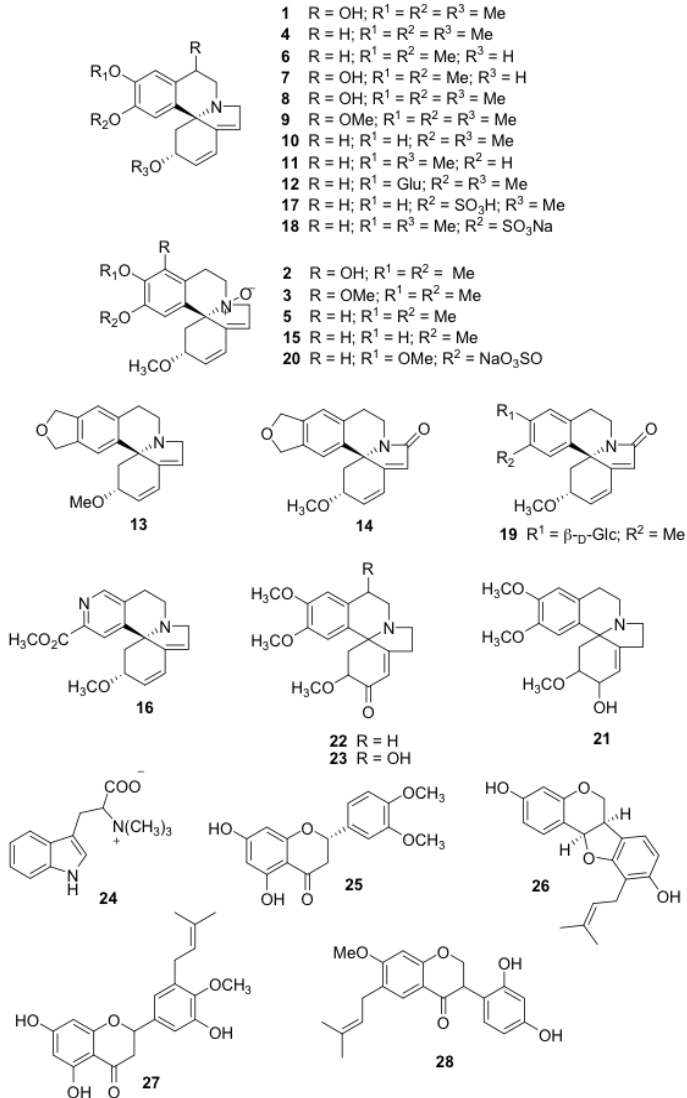


Figura 8. Substâncias identificadas nas espécies *Erythrina verna* e *Erythrina velutina*.

Atividades farmacológicas

Entre as principais ações farmacológicas de algumas espécies de *Erythrina* destaca-se sua atividade periférica sobre o sistema colinérgico que tem sido comparada aos efeitos da *d*-tubocurarina (HARGREAVES *et al.*, 1974; HIDER *et al.*, 1986; GARÍN-AGUILAR *et al.*, 2000).

Este efeito foi atribuído ao alcaloide dihidro- β -eritroidina (DHBE), um antagonista de receptores nicotínicos (HIDER *et al.*, 1986) isolado de *E. americana* (BOEKELHEIDE & FRUNDON, 1953; BOEKELHEIDE *et al.*, 1953) e *E. tholloniana* (CHAWLA *et al.*, 1985). Mais recentemente, num teste *in vitro*, a DHBE foi caracterizada como um antagonista de receptores serotoninérgicos do tipo 3 (5-HT₃) (ELSELÈ *et al.*, 1993).

A atividade sobre o sistema serotoninérgico também foi observada em outro estudo (ROGER *et al.*, 2001), onde os autores demonstraram que o extrato bruto de *E. vespertilio* inibiu a liberação cálcio-dependente de serotonina plaquetária, uma das principais atividades dos antagonistas de receptores 5-HT₃.

Muitos estudos sobre atividade biológica ainda são realizados utilizando-se extratos brutos de diferentes espécies de *Erythrina*, sem

a verificação das substâncias envolvidas nas atividades observadas. Como exemplo das atividades destas espécies de plantas sobre o sistema nervoso central pode-se citar efeitos anticonvulsivante, hipnótico, anestésico, sedativo e ansiolítico (GHOSAL *et al.*, 1972; HARGREAVES *et al.*, 1974; RATNASOORIYA & DHARMASIRI, 1999; ONUSIC *et al.*, 2002, 2003).

Num trabalho realizado com *E. velutina*, foi demonstrado que o tratamento agudo com o extrato hidroalcoólico diminuiu a atividade de camundongos no teste do campo aberto (com as doses de 250 e 500 mg/Kg, v.o), bem como aumentou o tempo de sono induzido por pentobarbital e o tempo para o início da convulsão induzida por pilocarpina (com as doses de 500 e 1000 mg/Kg, v.o), indicando um efeito depressor sobre o SNC (Cabral *et al.*, 2000). Em outro trabalho foi observado que o tratamento agudo com a fração hexânica de *E. americana* (3 mg/Kg, i.p) diminuiu o comportamento agressivo em ratos machos de forma semelhante ao diazepam (GARÍN-AGUILAR *et al.*, 2000). Em um estudo investigando o efeito do extrato hidroalcoólico de *E. verna* (ONUSIC *et al.*, 2002) foi observado que o tratamento agudo com a dose de 200 mg/Kg (v.o) apresentou efeito

ansiolítico em ratos na tarefa de esquiwa inibitória no teste do labirinto em T elevado, um modelo animal de ansiedade, comparável ao do ansiolítico benzodiazepínico, diazepam.

Onusic e colaboradores (2002) também observaram efeito ansiolítico de *E. verna*, com a mesma dose, no modelo animal de ansiedade da transição claro-escuro, nas medidas de tempo de permanência no compartimento iluminado, bem como no número de transição entre os compartimentos do aparelho. Em outro trabalho, foi observado que o tratamento crônico v.o (9 dias) com o extrato de *E. verna* apresentou efeito ansiolítico nas doses de 50, 100 e 200 mg/Kg, tanto na tarefa de esquiwa inibitória, quanto na fuga do braço aberto do labirinto em T elevado. No modelo da transição claro-escuro, o extrato das flores de *E. verna*, com a dose de 50 mg/Kg, também apresentou efeito ansiolítico após tratamento crônico de 14 dias (ONUSIC *et al.*, 2003).

Estudos realizados com as substâncias isoladas dos extratos ativos de *Erythrina verna* e *Erythrina velutina* tem sugerido que os alcaloides são responsáveis pela atividade no SNC apresentada por estas plantas. Flausino e colaboradores (2007a,b) isolaram e avaliaram o potencial ansiolítico dos alcaloides (+)-11- α -

hidroxieritravina, (+)-eritravina e (+)-11- α -hidroxierisotrina presentes no extrato hidroalcoólico ativo das flores de *E. verna* (FLAUSINO JR *et al.*, 2007a, b). O potencial ansiolítico destes alcaloides foi avaliado utilizando os modelos animais do labirinto em T elevado e da transição claro-escuro em camundongos. Este estudo demonstrou que os alcaloides eritrínicos apresentam potencial ansiolítico com efeitos similares aos do diazepam, nas mesmas medidas avaliadas por Onusic e col. (2002; 2003) e corroboram, portanto, os resultados anteriores obtidos com o extrato bruto (FLAUSINO *et al.*, 2007a,b).

Os mesmos alcaloides estudados no trabalho de Flausino e col. (2007 a,b) foram investigados posteriormente por Setti-Perdigão e col. (2013) em testes *in situ* para investigar sua ação sobre receptores colinérgicos. Os resultados encontrados demonstraram que os alcaloides eritrínicos estudados eram capazes de afetar os receptores nicotínicos e que os mesmos eram seletivos para diferentes subtipos do sistema nervoso central. Foram testados, para os três diferentes receptores para a acetilcolina, células PC12 as quais expressam os receptores nicotínicos $\alpha 3$; neurônios do

hipocampo os quais expressam os receptores nicotínicos $\alpha 7$ e células HEK 293 heterogêneas expressando os receptores nicotínicos $\alpha 4\beta 2$. Para os três receptores testados a (+)-11- α -hidroxierisotrina demonstrou o menor percentual de inibição, enquanto os alcaloides (+)-11- α -hidroxieritravina e (+)-eritravina exibiram excelente potencial de inibição demonstrando agir principalmente nos receptores nicotínicos de acetilcolina do subtipo $\alpha 4\beta 2$ (SETTI-PERDIGÃO *et al.*, 2013).

Os alcaloides (+)-11- α -hidroxieritravina, (+)-eritravina também tiveram seu potencial anticonvulsivante avaliado por Faggion e col. (2011). O alcaloide eritravina (2 - 3 ug/uL) inibiu a indução de convulsões em ratos induzidas por bicuculina, pentilenotetrazol (PTZ) e ácido caínico em 80, 100 e 100 %, respectivamente. Já a 11- α -hidroxi-eritravina inibiu em 100% as convulsões induzidas por bicuculina, NMDA e ácido caínico, mas em 60 % a indução de convulsões com PTZ. É interessante notar que neste trabalho os pesquisadores observaram que a eritravina não inibiu as convulsões induzidas por NMDA. Em outro estudo, os pesquisadores deste grupo observaram efeito ansiolítico moderado em ratos com o tratamento intracerebro-ventricular (0,5; 1,5 e 3,0 ug/mL) no

modelo do labirinto em cruz elevado para ratos. A menor dose utilizada aumentou o número de entradas nos braços abertos.

No entanto, o tempo de permanência nos braços abertos não foi alterado pelo tratamento com nenhuma das doses, corroborando os resultados obtidos por Flausino e col. (2007a). No modelo da transição claro-escuro o tratamento com a eritravina não alterou o comportamento dos animais. Por outro lado, efeito ansiolítico com os alcaloides eritrínicos e com o extrato de *Erythrina verna* foi reportado anteriormente, tanto em ratos como em camundongos no modelo da transição claro escuro (ONUSIC *et al.*, 2003; FLAUSINO *et al.*, 2007a).

Outro alcaloide que teve seu potencial anticonvulsivante avaliado foi a erisotrina isolado das flores de *E. verna*, a qual também pode ser encontrada nas sementes de *E. velutina*. Este alcaloide demonstrou inibir convulsões induzidas por biculina, PTZ, NMDA e ácido caínico. Este estudo demonstrou que a erisotrina também possui potencial anticonvulsivante e moderado potencial ansiolítico (ROSA *et al.*, 2012).

Um alcaloide indólico, a hipaforina, isolado de ambas as espécies *E. verna* e *E. velutina*, teve seu potencial indutor de sono em ratos avaliado por Ozawa e col. (2008). Os resultados demonstraram um aumento significativo no movimento não-rápido dos olhos (NREM) durante a primeira hora após sua administração. O NREM foi reforçado em 33% nos ratos submetidos ao tratamento com hipaforina quando comparados ao controle demonstrando as propriedades indutoras de sono deste alcaloide (OZAWA *et al.*, 2008).

Além da atividade no sistema nervoso central alguns alcaloides eritrínicos tiveram seu potencial citotóxico avaliado (OZAWA *et al.*, 2009). Dentre os alcaloides testados a erisotrina, erisodina, erisovina, glicoesisodina, eritralina e 8-oxo-eritralina apresentaram atividade citotóxica contra células tumorais, quando combinado ao fator ligante indutor de apoptose.

Os estudos realizados até a presente data demonstram que as espécies de *Erythrina* apresentam como característica fitoquímica principal a presença de alcaloides com esqueleto eritrínico. Ainda mais, os estudos em farmacologia demonstraram que a utilização das plantas desta espécie em diferentes enfermidades parece estar relacionada principalmente com estes alcaloides, principalmente

no que se trata aos seus efeitos sobre o sistema nervoso central. Muito ainda é necessário para se avaliar os mecanismos de ação observados em modelos animais, bem como testes de toxicidade e potencial uso clínico destes alcaloides ou derivados sintéticos no tratamento de doenças do sistema nervoso central.

Pensando a biodiversidade: mulungu (*Erythrina* sp.)

Aspectos da morfologia de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.)

Robério Anastácio Ferreira¹, Soraia Stéfane Barbosa Barretto² & Maria Fernanda Oliveira Torres³

Os estudos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas são essenciais para o reconhecimento das espécies em campo, estudos de recuperação de áreas degradadas e catalogação de espécies, porque possibilita uma identificação imediata e segura no campo. A falta de pesquisas nesta área dificulta estudos relacionados à regeneração natural, atividades silviculturais e preservação de espécies que correm risco de extinção (BARRETO & FERREIRA, 2011).

Na atualidade, esses estudos destacam-se entre diversos procedimentos adotados para a caracterização de espécies vegetais (NUNES *et al.*, 2009). O estudo da morfologia de sementes e plântulas nos estágios iniciais de desenvolvimento contribui para aperfeiçoar o conhecimento do processo reprodutivo de espécies vegetais e dá ênfase na produção de mudas, além de ser indispensável para que se tenha uma melhor compreensão no que se diz respeito ao processo de estabelecimento da planta em condições naturais de uma floresta (GUERRA *et al.*, 2006).

¹ Universidade Federal de Sergipe (UFS); roberioaf@yahoo.com.br

² UFS; stefanebarretto@bol.com.br

³ UFS

Erythrina velutina Willd, popularmente conhecida como mulungu, é uma planta caducifólia e heliófita de porte arbóreo que destaca-se por apresentar grande importância como espécie medicinal, ornamental e madeira (LORENZI, 2002). É muito utilizada em áreas de cacaueteiro, a fim de proporcionar sombreamento, e é aplicada na confecção de tamancos e jangadas, mourões de cerca e projetos de arborização em praças e parques públicos (SILVA JUNIOR, 2005). As espécies de *Erythrina*, destacam-se devido a sua rusticidade e resistência à seca e, diante à sua capacidade de fixar nitrogênio, e no mais, é muito utilizada na recuperação de áreas degradadas, podendo estas serem empregadas em solos de baixa fertilidade (WHISTLER & ELEVITCH, 2006; MATHEUS & LOPES, 2009).

O mulungu pode ser encontrado em várzeas úmidas da Caatinga e em regiões do Semiárido do nordeste brasileiro (MELO & CUNHA, 2008). A vegetação nativa da região do Semiárido destaca sua importância devido aos usos múltiplos que a mesma proporciona, tais como usos energéticos, alimentar, forrageiro, medicinal e madeireiro assim como, para o equilíbrio ecológico desta região (CUNHA & FERREIRA, 2003).

A espécie apresenta frutos do tipo legume estipulado, glabro, polispérmico, de coloração marrom escura, com sementes vermelhas ou alaranjadas, duras, vernicosas, com mácula preta, variando de 1-4 por

fruto. Seus frutos têm em média 78,76x13,42x9,82 de comprimento, largura e espessura, respectivamente e são deiscentes (SILVA *et al.*, 2008).

As sementes são estenospérmicas com formato alongado, reniforme, ápice arredondado e base arredondado-truncado; o hilo é oblongo, levemente afundado, realçado por uma camada de tecido cortical esbranquiçado. A micrópila é punctiforme; a rafe é pequena como uma listra alargada e elevada, podendo ou não ser visível a depender do ponto de maturação que a semente se encontra, a qual se localiza-se na região acima do hilo, logo oposta à micrópila. O tegumento é cartáceo-coriáceo, glabro, superfície brilhante e lisa, coloração variando do vermelho ao alaranjado (SILVA *et al.*, 2008).

A semente madura não apresenta endosperma, logo o material de reserva é contínuo nos cotilédones da mesma que são carnosos e grandes, assimétricos e planos-convexos e cobrem todo o embrião. Este último, que é do tipo axial curvado, reniforme e de coloração creme. A espécie apresenta germinação do tipo epígea fanerocotiledonar, e atinge plântula completa com quinze dias apresentando todos os sistemas como o epicótilo, hipocótilo, raiz primária e os protófilos de primeira ordem totalmente expandidos, opostos e simples (SILVA *et al.*, 2008).

A muda apresenta sistema radicular pivotante de coloração amarronzada, longa com pelos radicais desenvolvidos, presença de raízes secundária com pouca ramificação lateral e coleto cilíndrico pouco visível. O hipocótilo e o epicótilo são alongados, porém o primeiro apresenta consistência sub-herbáceo e forma cilíndrico e o segundo é longo, fino, reto e liso, ambos de coloração verde-clara. As folhas (protófilos de segunda ordem) são verde-escuros, opostos, compostos, trifoliolados, estipulados, peciolados, cordiformes, com bordas lisas, ápice agudo, base cordada e nervação reticulada (SILVA *et al.*, 2008).

Logo, diante dos possíveis ricos de esgotamento dos produtos fornecidos por espécies nativas, o presente trabalho tem como objetivo realçar a importância de trabalhos de caracterização morfológica de *Erythrina velutina* Willd, assim como demonstrar sua importância a fim de subsidiar trabalhos relacionados a espécie quer seja em laboratório ou em condições naturais com a referida espécie

Caracterização da área onde situam-se as matrizes selecionadas

A área selecionada para a coleta de material (frutos e sementes) da espécie para a caracterização morfológica corresponde ao trecho de vegetação ciliar, situado na margem direita do Baixo Curso do Rio São Francisco, entre os municípios de Neópolis e Santana do

São Francisco – SE. Este trecho está situado entre as coordenadas 10°21' S e 36°45' W e 10°18' S e 36°52' W.

A vegetação predominante da região é característica de transição entre a Mata Atlântica e a Caatinga sergipanas, regionalmente conhecida como agreste. A temperatura média anual é de 26°C e a precipitação anual varia de 800mm a 1050mm, com média de 950mm, tendo maior distribuição nos meses de março a agosto. Os solos predominantes são Argissolos vermelho-amarelo, Neossolos litólicos eutróficos e Neossolos flúvicos eutróficos (HOLANDA, 2000).

As matrizes utilizadas na colheita de sementes encontram-se em áreas de mata ciliar e apresenta uma largura limite de 100m, a partir da margem do rio e uma extensão aproximada de 10km, totalizando 100ha. Verifica-se que a rodovia que liga os dois municípios têm uma distância máxima de 40m, a partir da margem do rio.

Os problemas mais graves, além da construção da rodovia na margem do rio, são: a) corte da vegetação para exploração agrícola e pecuária; b) retirada de barro para as grandes cerâmicas da região e para uso artesanal pela população local; c) ocupação residencial à margem do rio e d) corte da madeira para uso como energia (nas residências e cerâmicas) e para finalidades diversas como confecção

de canoas e de esculturas, construção de casas, cercas e uso na carpintaria de forma geral.

A vegetação primitiva, anteriormente abundante, hoje está restrita a pequenos fragmentos na região ou a estreitas faixas descontínuas de vegetação ao longo do rio. Outra grave situação constatada é que dentre as populações de espécies arbóreas ainda presentes além de mulungu (*Erythrina velutina*), há algumas que apresentam menos de quinze indivíduos reprodutivos como trapiá (*Crateva tapia*) e canafistula (*Cassia grandis*), enquanto outras apresentam-se com número superior, tais como cajá (*Spondias lutea*), jenipapo (*Genipa americana*), ingá-doce (*Inga uruguensis*) e falso-ingá (*Lonchocarpus sericeus*) (FERREIRA, 2003).

Material e Métodos

Coleta de frutos e sementes

Os frutos foram coletados entre os municípios de Santana do Francisco e Neópolis - SE, diretamente das árvores-matrizes, com auxílio de podão e lona plástica, quando possível, de nove matrizes distantes, no mínimo 50m entre si. Quando as sementes já haviam sido dispersas, estas foram colhidas no chão. Os frutos e sementes deteriorados e/ou sementes malformadas e com injúrias foram eliminadas.

Secagem, beneficiamento e armazenamento das sementes

A secagem das sementes foi realizada em pleno sol por um período de 24 horas, no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais, da Universidade Federal de Sergipe.

No beneficiamento, as sementes foram removidas dos frutos manualmente e, com auxílio de uma peneira as impurezas foram eliminadas (pericarpos, resíduos de folhas e ramos e solo). Posteriormente, as sementes foram acondicionadas em sacos plásticos impermeáveis transparentes e mantidas em câmara de armazenamento do Curso de Engenharia Florestal/DEA/UFS, com temperatura e umidade controladas (6 a 9°C e 60 a 65% de umidade relativa do ar) até o seu uso para as descrições morfológicas, realização de teste de germinação e para a produção de mudas.

Caracterização morfológica de frutos e sementes

Esta fase foi realizada no Laboratório de Sementes, do Departamento de Ciências Florestais, da Universidade Federal de Sergipe.

Foram realizadas, inicialmente, avaliações das características morfométricas dos frutos e sementes, a partir de uma amostra aleatória de 100 frutos e 100 sementes para determinação de medidas de comprimento, largura e espessura.

Na caracterização dos frutos foram considerados os seguintes aspectos: tipo, coloração, dimensões, textura e consistência do pericarpo, deiscência e número de sementes por fruto.

Para as sementes, os aspectos externos observados e descritos foram aqueles mais frequentemente empregados em estudos de identificação morfológica: coloração, textura e consistência do tegumento, forma e bordo das sementes; posição do hilo, da micrópila e da rafe. Os aspectos internos foram: cotilédones, eixo hipocótilo-radícula e plúmula. As sementes foram hidratadas por período de 6 horas para facilitar o estudo da morfologia interna. As medidas de comprimento, largura e espessura dos frutos e sementes foram obtidas com paquímetro digital, obtendo-se assim as medidas mínimas, médias e máximas.

Os métodos e os termos empregados nestas fases foram baseados nos trabalhos de Ferri *et al.* (1981); Kuniyoshi (1983); Feliciano (1989); Beltrati (1992); Chaves (1994); Damiano-Filho (1993); Vidal & Vidal (1995), Amorim (1996), Ferreira (1997) e Barroso *et al.* (1999).

Caracterização morfológica de plântulas e mudas

Para o acompanhamento do desenvolvimento de plântulas e mudas, foram produzidos 100 indivíduos, os quais foram regados sempre que necessário.

Para a caracterização das plântulas, as sementes foram semeadas em bandejas de polietileno (40x30x8cm), contendo como substrato areia (lavada, peneirada e esterilizada em estufa com circulação de ar a 120°C por 24 horas). As sementes foram semeadas sob substrato e mantidas em germinador tipo Mangelsdorf, com temperatura constante de 25°C, sob luz contínua. Para mantê-las hidratadas, foi feita a reposição de água sempre que necessário. A sala de germinação foi climatizada, mantendo a temperatura ambiente em 28°C ± 2°C. Para evitar a infestação por microrganismos, as sementes foram tratadas com água sanitária 2% durante dois minutos, seguida de lavagem em água destilada.

As avaliações foram realizadas a cada dois dias, sendo consideradas germinadas as plântulas que apresentarem todas as estruturas essenciais normais (raiz primária, hipocótilo, cotilédones, epicótilo e protófilos abertos). Considerando-se que mulungu apresenta dormência tegumentar comprovada, foi realizada a superação desta por meio da escarificação manual (lixa nº 50) na extremidade oposta ao pólo radicular.

O estágio de plântula foi considerado quando os protófilos já estavam totalmente formados e o de muda, a partir do surgimento do 2º protófilo. Os elementos vegetativos descritos e ilustrados foram os mesmos sugeridos por Roderjan (1983): raiz (principal e secundária),

colo, hipocótilo, cotilédones, epicótilo, protófilos de 1ª ordem, caule jovem e protófilos de 2ª ordem. Os termos empregados para estas fases estão de acordo com os trabalhos de Ferri *et al.* (1981); Kuniyoshi (1983); Roderjan (1983); Feliciano (1989); Oliveira (1993); Chaves (1994); Amorim (1996) ; Ferreira (1997) e Barroso *et al.* (1999).

Para a caracterização da fase de mudas, estas foram produzidas no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais, da Universidade Federal de Sergipe, localizado no Município de São Cristóvão - SE.

Como recipiente foi utilizado saco de polietileno preto (14x25cm), tendo como substrato terra de subsolo, areia e esterco de curral curtido, na proporção 3:1:1. A adubação inicial foi realizada com 5kg de Superfosfato Simples + 500g de cloreto de potássio + 300g de FTE-BR12 para cada m³ de substrato e, a de cobertura a partir de 30 dias após a emergência, utilizando-se 60g de cloreto de potássio + 25g de sulfato de amônio diluído em 10L de água, segundo as recomendações sugeridas por Faria (1999).

Herborização do material botânico dos indivíduos adultos, de plântulas e mudas

Foi coletado material botânico da espécie para herborização e identificação, o qual foi seco em estufa (modelo Marconi Ma 035), com circulação de ar forçada, a temperatura de 68°C, por um

período de 48 horas. O material do processo germinativo e da fase de plântula foi fixado em álcool etílico 70%. A coleção testemunha foi depositada no Laboratório de Dendrologia e Ecologia Florestal e Laboratório de Tecnologia de Sementes/DEA/UFS.

Resultados

Caracterização morfológica do fruto (Figura 9)

O fruto é um legume do tipo folículo, seco, simples, deiscente, consistência coriácea, polispérmico (variando de 1 a 3 sementes). O comprimento médio é de 68,65mm (variando de 50,59mm a 103,66mm), largura média de 15,16mm (variando de 11,53mm a 16,89mm) e espessura média de 12,01mm (variando de 9,91mm a 13,43mm); coloração variando de marrom-claro ao escuro, com estrias verticais e horizontais ao longo de seu comprimento e com lóculos bem evidenciados na sua parte externa; presença de apículo estipuliforme, estipitado com pedúnculo de coloração marrom-clara, estriado verticalmente; presença de vestígios florais adjunto ao pedúnculo. O epicarpo apresenta textura rugosa, estrias finas e horizontais, consistência coriácea e coloração marrom-clara. Mesocarpo de consistência esponjosa e coloração branca. Endocarpo

de consistência coriácea, apresentando espessura fina, com lóculos de coloração marrom.

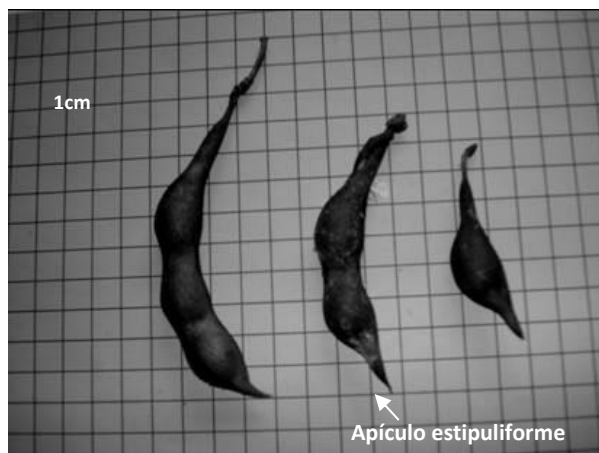


Figura 9. Aspectos da morfologia externa dos frutos de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.).

As sementes são estenospérmicas e oblongas (Figura 10); a testa é lisa, córnea, glabra, altamente polida, de coloração laranja a avermelhado; comprimento médio é de 1,21cm (variando de 0,81cm a 1,39cm), com largura média de 0,87cm (variando de 0,64cm a 1,00cm) e espessura média de 0,84cm (variando de 0,64cm a 0,98cm); Hilo com formato variando de linear a elíptico, lateral, heterócromo, com uma leve coloração marrom-avermelhado. Calaza circular, de coloração preta, assimétrica, acima do hilo. A rafe é linear, situada acima da calaza, com coloração inicial mais escura que a testa, voltando a ter a mesma cor ao percorrer toda a face da semente. Micrópila circular e lateral; o hilo, calaza e micrópila são visíveis a olho nu. Os cotilédones

são globosos, de coloração creme; apresentando base e ápice arredondados, de consistência carnosa quando hidratados e córneos quando seco. O embrião é axial, reto, globoso, creme, carnoso, com uma divisão central separando os cotilédones eixo hipocótilo–radícula invaginado, cilíndrico e curvado. Plúmula inconspícua.

No início da germinação (Figura 11), há o intumescimento da semente, com o surgimento de rachaduras na área hilar. O tegumento se rompe na área da micrópila, sendo que no terceiro e quarto dia, há a protrusão da radícula fina, cônica e branca. Há o aparecimento do hipocótilo, brilhoso e verde-claro, diferenciado da radícula pela sua largura mais grossa que a mesma. Posteriormente, entre o sexto e sétimo dia, surgem as raízes secundárias de coloração amarelada, levemente engrossada. Gradativamente o hipocótilo alonga-se, mas ainda com o tegumento preso aos cotilédones. Abrem-se os tegumentos, e os cotilédones de coloração verde-amarelada, libertam-se dos tegumentos; os protófilos ainda fechados vão surgindo com a abertura dos cotilédones. Surge o epicótilo de coloração verde-claro, brilhoso, que se alonga, havendo então a abertura dos protófilos e o surgimento de mais raízes secundárias. A germinação é do tipo epígea.

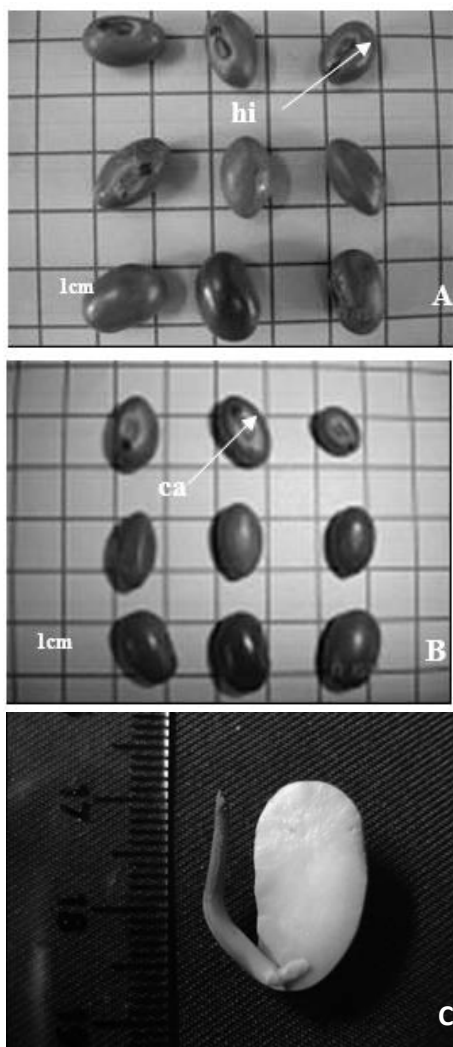


Figura 10. Aspectos da morfologia externa e interna de sementes de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.). A - detalhe do hilo (hi); B - detalhe da calaza (ca); C - aspectos da morfologia interna.

Aspectos da morfologia de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.)

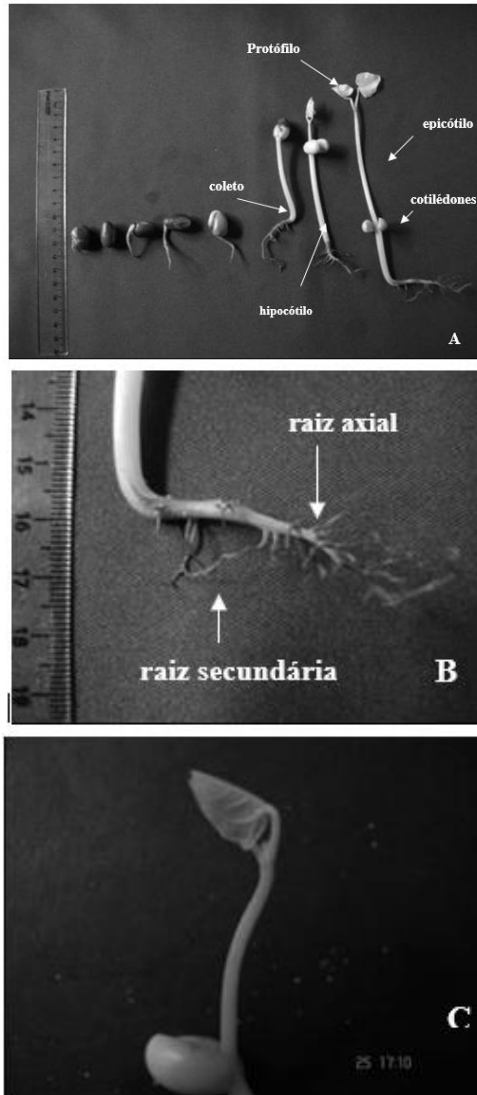


Figura 11. A - Aspectos morfológicos externos da germinação até a fase de formação da plântula de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.). B - Detalhe externo da raiz pivotante da plântula de mulungu. C - Detalhe externo do epicótilo de mulungu.

A plântula caracterizou-se por apresentar raiz primária axial, levemente tortuosa ou não, de coloração pardo-amarelada com comprimento variando de 30,54mm a 40,51mm e diâmetro variando entre 1,27mm a 1,91mm, com raízes secundárias brancas, sinuosas e finas, com comprimento variando entre 5,31mm a 13,46mm e diâmetro variando entre 0,34mm a 0,56mm. Coleto apresentou pelos muitos finos, esparsos, curtos e bem delimitado; a coloração é verde-clara, com diâmetro variando de 3,32mm a 4,64mm. Hipocótilo com ou sem tortuosidade lateral na proximidade da raiz, com comprimento variando entre 4,48cm a 11,6cm e diâmetro variando de 4,03mm a 4,14mm. Cotilédones carnosos, glabros, verde-amarelados, oblongos, com comprimento variando entre 15,01mm a 16,69mm e diâmetro variando entre 8,48mm a 10,87mm. Epicótilo reto ou não, cilíndrico, de coloração verde-clara, glabro, com comprimento variando entre 7,3cm a 8,28cm e diâmetro variando entre 2,69mm a 3,05mm. Protófilos compostos deltóides, textura rugosa, de coloração verde-clara, nervação peninérvea, com nervuras principal e secundárias proeminentes, membranáceos, base arredondada, bordo inteiro, ápice agudo a arredondado, com comprimento variando entre 9,03mm a 18,64mm e largura variando entre 11,17mm a 22,13mm.

Caracterização da muda (Figura 12)

A muda apresenta raiz pivotante, axial, ramificada, de coloração pardo-amarelada com 18cm a 21,6cm de comprimento e variando entre 3,50mm a 8,58mm de diâmetro; raízes secundárias variando entre 3cm a 11,8cm de comprimento e 0,65mm a 1,00mm diâmetro e terciárias variando entre 1cm a 4,5cm de comprimento e 0,31mm a 0,41mm de diâmetro, finas, ramificadas e pardo-amareladas. Presença de nódulos de coloração amarelado a marrom-escuro com 0,2mm a 10,0mm de comprimento e 1,7mm a 5,89mm de largura. Caule jovem cilíndrico, levemente curvado ou não, lenhoso-membranáceo, verde esbranquiçado, com descamações e estrias verticais, com comprimento variando de 117,43mm a 206,49mm e diâmetro de 7,77mm a 10,86mm; presença de lenticelas circulares amareladas. Coleto com diâmetro entre 7,32mm a 9,8mm. Folhas compostas trifolioladas, deltóides, discolores (sendo na face adaxial verde-escuro e na face abaxial verde-claro), consistência membranácea, nervação penínérvea, com as nervuras principal e secundárias amareladas e proeminentes na face abaxial; bordo inteiro, base cordada, ápice arredondado, glabra, alterna espiralada, sendo as folhas terminais apresentando 30,08mm de largura e 20,83mm de comprimento, as folhas opostas variando de 20,35mm a 27,82mm de largura e 18,53mm a 23,74mm de comprimento; presença de acúleos verde-claros, variando entre 0,48mm a 1,52mm de comprimento e 0,33mm a 0,51mm de largura, localizado na base do pulvino, este apresentando coloração verde-claro e

formato cilíndrico com 3,54mm a 4,48mm de diâmetro. Foliolo terminal, variando entre 20,83mm de comprimento a 48,46mm e 30,08mm a 61,63mm de largura; folíolos opostos variando 18,53mm a 23,74mm de comprimento e 20,35mm a 27,82mm de largura. Pecíolo apresentando 10,1cm e 2,06mm de diâmetro. Pulvino dos folíolos com 0,30cm a 0,50cm de comprimento e 1,91mm a 2,10mm de largura.

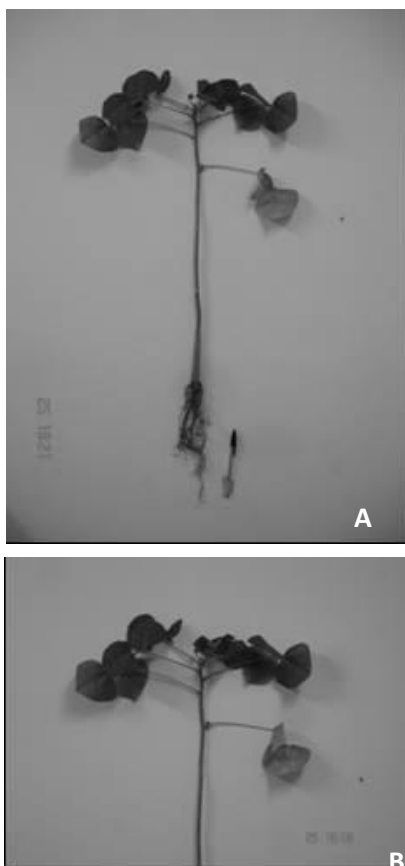


Figura 12. A - Aspectos morfológicos externos da muda de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.). B - Detalhe das folhas do Mulungu.

Ciclo de produção de mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Wild.) em comparação com outras espécies florestais nativas do Estado de Sergipe

Robério Anastácio Ferreira¹, Bruno Magnani Pacheco², Silvio Henrique Menezes Gomes³ & Felipy Rafael Marinho Pereira⁴

Com a crescente busca por mudas de espécies florestais nativas, informações a respeito do crescimento das espécies produzidas e desenvolvimento de estratégias que visem à diminuição de custos nas operações de viveiro são importantes para o planejamento da produção. Nesse sentido, torna-se necessário o conhecimento do ciclo de produção de algumas espécies, a fim de obter a idade ótima para a expedição das mudas até o plantio. No entanto, o tempo de permanência de cada espécie em viveiro até o momento do plantio é variável conforme o tipo de espécie que está sendo trabalhada, e depende da urgência em que se pretende produzir as mudas (FELKER *et al.*, 2012).

Segundo Binotto (2007), para as espécies de *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii* o período recomendado e propício para plantio é de 90 dias. Entretanto, atualmente não existe um método que determine a idade ótima de expedição das mudas para plantio (MAFIA *et al.*, 2005), principalmente em se tratando de espécies nativas. Assim, para produzir

¹ Universidade Federal de Sergipe (UFS); roberioaf@yahoo.com.br

² UFS

³ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

⁴ UFS; felipymarinho1@hotmail.com

mudas selecionadas com características ideais de desenvolvimento e que visem garantir o sucesso na produção do futuro povoamento florestal, inúmeros pesquisadores têm voltado seus estudos para o controle e a obtenção de mudas de boa qualidade capazes de resistir às adversidades ambientais após o plantio, que sejam de baixo custo (ROSE *et al.*, 1990; BERNARDINO *et al.*, 2005) e com menor porcentagem de mortalidade no campo (ROSA *et al.*, 2009).

Projetos que visam à recuperação de ambientes degradados, como o estabelecimento da reserva florestal legal ou a recuperação de áreas ciliares, por exemplo, necessitam que a produção de mudas apresente diversidade entre os grupos ecológicos, que sejam, preferencialmente, autóctones e que tenham o máximo de variabilidade genética. Contudo, segundo Carvalho (2000), as informações sobre o processo de produção de mudas nativas são bastante escassas, existindo informações apenas daquelas que despertam um maior interesse econômico.

Um dos principais problemas dos viveiros que produzem mudas de espécies florestais é conhecer quais são os fatores que afetam o desenvolvimento e a sobrevivência das mudas no campo e quais características da planta se inter-relacionam com esses atributos. Nesse aspecto, a qualidade de mudas pode ser definida como um conjunto de variáveis necessárias para o desenvolvimento e sobrevivência da planta em campo. Portanto, os métodos de produção de mudas, o sistema de manejo, os equipamentos utilizados, o armazenamento e o transporte

das mudas influenciarão diretamente no resultado final da produção. Desse modo, as linhas de pesquisa voltadas para esse fim vão desde técnicas de produção de mudas de alto padrão de qualidade, análise de diferentes tipos de recipientes e substratos, bem como do tipo e da dose de fertilização e dos métodos de propagação de espécies florestais.

Para que um programa de recuperação de áreas degradadas tenha sucesso, tanto do ponto de vista econômico como ambiental, é necessário que se produzam mudas de qualidade, as quais apresentem um crescimento uniforme e uma menor taxa de mortalidade no campo, diminuindo a necessidade e os custos com a fase de replantio (ROSA *et al.*, 2009). Segundo Silva (2012), a avaliação da qualidade de mudas florestais, ainda na fase de viveiro, por técnicas que medem índices que expressem parâmetros de crescimento, pode ser uma ferramenta bastante útil para identificar o desenvolvimento adequado e se as mudas estão com potencial máximo para sobreviver às condições de campo após o plantio.

O sucesso do plantio depende, entre outros fatores, da qualidade das mudas produzidas. Pois, além de terem capacidade de resistir às adversidades encontradas no campo, as mudas devem crescer rapidamente para poder competir com o mato e os possíveis danos causados por formigas cortadeiras. Neste sentido, é importante a obtenção de padrões de qualidade das mudas, principalmente das

espécies nativas, de modo a acompanhar a evolução conseguida em outras fases do reflorestamento, como preparo do solo, adubação e conhecimento da autoecologia das espécies (LELES, 2006). Segundo Fonseca (2002), a obtenção de mudas de qualidade antes do plantio definitivo é de suma importância para o silvicultor. Isto pode ser adquirido de forma prática, rápida e fácil, observando-se parâmetros morfológicos, os quais são necessários para alcançar o sucesso do plantio em campo, atributos que têm sido chamados de “qualidade de muda”.

Conforme Rose, Carlson e Morgan (1990), uma muda padrão é determinada pelas características morfológicas e fisiológicas. Para Carneiro (1995), essas características são determinadas por fatores genéticos e ambientais. O mesmo autor revela que o sucesso no plantio dessas mudas vai resultar de parâmetros que, na maioria das vezes, não caracterizam a qualidade real, que depende da espécie e desta mesma espécie em diferentes regiões ecológicas. Desse modo, segundo Luca (2010), os parâmetros morfológicos mais utilizados para caracterizar qualidade de mudas florestais são altura, diâmetro de colo, relação altura sobre diâmetro, massa aérea, radicular e total. Esses parâmetros são determinados por fatores genéticos e ambientais que promovem o crescimento das plantas.

Diante do exposto, esse trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar o ciclo de produção e avaliar a qualidade de mudas de cinco espécies florestais nativas de Sergipe, por meio de parâmetros

morfológicos, de modo a subsidiar a sua produção em viveiro para fins ecológicos e/ou econômicos.

Metodologia empregada para caracterizar o ciclo de produção

O experimento foi realizado no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE. As espécies utilizadas para caracterização do ciclo de produção foram tamboril (*Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong.), aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi.), canafístula (*Cassia grandis* Linnaeus.f.) e angico (*Anadenanthera colubrina* Vell.) em comparação com mulungu (*Erythrina velutina* Wild.).

As sementes das espécies utilizadas foram colhidas em diferentes matrizes localizadas nas regiões do litoral e agreste sergipano (transição entre à Mata Atlântica e Caatinga) e beneficiadas no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais (DCF). Em seguida, foram levadas ao *Laboratório* de Sementes Florestais do DCF para posterior acondicionamento em sacos plásticos transparentes e impermeáveis, as quais foram armazenadas em câmara fria, com temperatura de 6-9° C e 60-65% de umidade relativa do ar. As sementes permaneceram na câmara até a realização do experimento.

Antes da semeadura, as sementes de mulungu, tamboril, canafístula e angico foram escarificadas manualmente com o auxílio de lixa até que houvesse o aparecimento dos cotilédones, na região oposta ao hilo. Tal

procedimento foi realizado a fim de se facilitar a entrada de água e uniformizar a sua emergência. Após a escarificação, foi realizada a semeadura direta de 3 a 4 sementes por saco plástico preto (com um volume de aproximadamente 800 cm³ de substrato). Os recipientes foram mantidos sob telado de 50% de sombreamento durante os primeiros 15 dias após a germinação, objetivando garantir a presença de pelo menos uma semente por saco recipiente. Uma semana após a emergência das plântulas foi realizado o desbaste, deixando-se a plântula mais vigorosa e mais bem formada. A semeadura das sementes de aroeira foi realizada em sementeira e, posteriormente, procedeu-se a repicagem *para* os sacos plásticos quando as plântulas apresentaram um par de folhas, permanecendo durante quinze dias sob telado sombreado de 50% de sombreamento. Posteriormente, as mudas foram transferidas para uma área em pleno sol para que pudessem ser conduzidas e avaliadas até completarem seu ciclo de produção.

O substrato utilizado foi terra preta (terra de subsolo), esterco bovino curtido e areia, nas proporções (3:1:1), tendo como adubação inicial 5 kg de superfosfato simples, 500 g de Cloreto de Potássio e 300 g de FTE-BR 12 para cada m³ de substrato. As mudas receberam adubações em cobertura em intervalos de 15 dias utilizando-se 6,5 g de Cloreto de Potássio e 1,5 g de sulfato de amônio, diluídos em 2 litros de água, e depois foi colocado em regador de 18 litros para fazer a irrigação, tomando-se como base as recomendações de Faria (1999).

O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Cada repetição foi formada por cinco tratamentos (espécies) e, estes, divididos em parcelas de 48 mudas para cada espécie, sendo que 24 mudas formavam a bordadura e as restantes formavam a parcela útil. As avaliações dos parâmetros altura e diâmetro do colo foram realizadas quinzenalmente, escolhendo-se duas mudas aleatoriamente, enquanto o peso de massa seca da raiz e da parte aérea foram realizadas mensalmente, por meio de análise destrutiva.

Para as avaliações, foram utilizados os seguintes parâmetros morfológicos avaliados: altura da parte aérea (H); diâmetro do colo (D); peso da massa seca da raiz (PMSR) e peso da massa seca da parte aérea (PMSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD). A avaliação da altura das plantas foi feita a partir do nível do substrato na altura do colo até a última gema apical, utilizando-se uma régua milimetrada. A avaliação do diâmetro do colo foi feita rente ao nível do substrato, por meio de um paquímetro digital com precisão de 0.01 mm. Para a determinação do PMSR e PMSPA, foram retiradas duas mudas por parcela de cada espécie, seccionadas em raízes e parte aérea, as quais foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa com circulação e renovação de ar, com temperatura em 65 °C, por um período de 48 horas. Em seguida, o material foi retirado da estufa e transportado em um dessecador até o Laboratório de Sementes para as

pesagens das amostras em balança analítica, com precisão de 0,01 g, obtendo-se o peso da massa seca da raiz e da parte aérea.

As avaliações dos pesos de massa seca de parte aérea e do peso de massa seca de raízes iniciaram-se aos 30 dias após a emergência das plântulas, sendo avaliados mensalmente até o final do ciclo de produção. Posteriormente, foi feita a relação entre PMSPA/PMSR.

A partir dos valores obtidos anteriormente foi determinado o índice de qualidade de Dickson (IQD), segundo a equação abaixo descrita (DICKSON *et al.*, 1960).

$$\text{IQD} = \frac{\text{Peso Matéria Seca Total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diâmetro (mm)}} + \frac{\text{Peso Matéria Seca Parte Aérea (g)}}{\text{Peso Matéria Seca Raiz (g)}}}$$

Resultados

Crescimento em altura e diâmetro do colo das mudas

Com a variação existente entre os padrões de qualidade de mudas em diferentes sítios, Carneiro (1995) comenta que a qualidade está relacionada à presença de características que possam oferecer às mudas resistência às condições adversas a que estas possam estar submetidas no campo. De acordo com Gonçalves et al. (2000), uma muda de boa qualidade deve apresentar altura variando de 20 a 35 cm e diâmetro do colo entre 5 e 10 mm. Por outro lado, vários autores sugerem que mudas

de espécies arbóreas estão aptas para o plantio no campo quando a altura da parte aérea estiver entre 15 e 30 cm (GOMES & PAIVA, 2004).

A Lei de Sementes e Mudanças de Espécies Florestais (Lei 10.711, Decreto 5.153 de 2004), instituiu que o padrão de qualidade mínimo de mudas nativas e exóticas seja de 3 mm de diâmetro de colo e 20 cm de altura. Assim, com base no último padrão mínimo estabelecido para se atestar a qualidade de mudas, nota-se que mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Wild.) e tamboril (*Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong.) atingiram os parâmetros em aproximadamente 20 dias após a semeadura. Esse resultado evidencia a característica de rápido crescimento inicial de ambas as espécies pertencentes ao grupo ecológico das pioneiras (LORENZI, 2008). Já para aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi.) e canafistula (*Cassia grandis* Linnaeus.f.) o tempo necessário foi de aproximadamente 60 dias após a semeadura. Por outro lado, angico (*Anadenanthera colubrina* Vell.) atingiu o padrão mínimo apenas aos 75 dias após a semeadura (Figura 13).

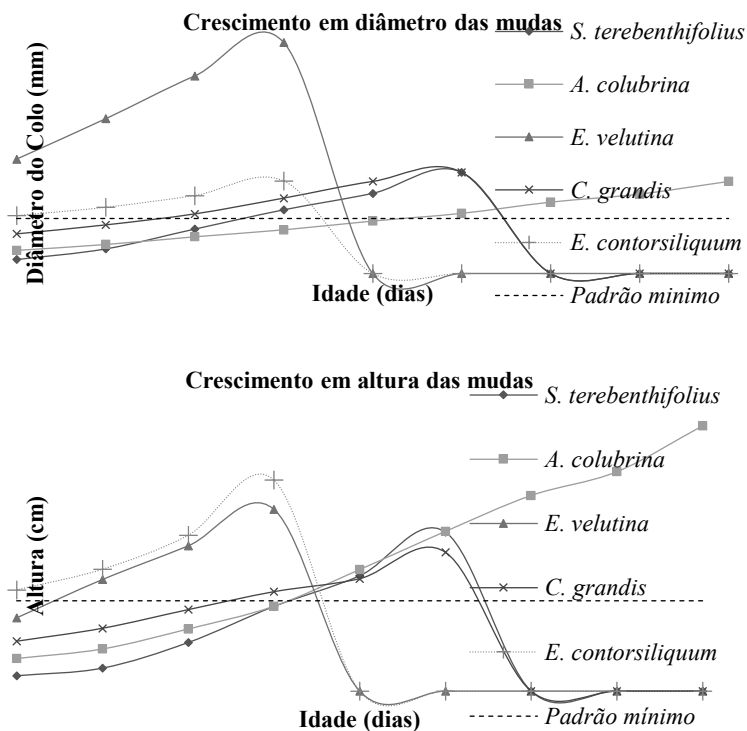


Figura 13. Avaliação de crescimento em altura da parte aérea e diâmetro do colo mulungu (*Erythrina velutina* Wild.), em comparação com outras espécies florestais nativas, em condições de viveiro, para determinação do ciclo de produção.

Avaliações de altura da parte aérea (H), do diâmetro do colo (D) e da relação altura da parte aérea e diâmetro do colo (H/D)

Analisando-se os dados obtidos para a altura da parte aérea, as espécies tamboril, *angico* e mulungu apresentaram maiores médias, evidenciando-se um maior desenvolvimento em altura.

Para o diâmetro do colo, os dados variaram entre 2,96 a 4,02 mm, excetuando-se o mulungu, que obteve 9,51 mm de diâmetro, diferenciando-se das demais. Já para a relação altura de parte aérea e diâmetro de colo (H/D), observou-se que todas as espécies apresentaram índice inferior a 10, padrão recomendado por Birchleret *et al.* (1998).

Considerando-se a produção de mudas de *Pinus taeda*, Carneiro (1995) comenta que, para um bom resultado para esta relação, os valores médios devem estar entre 5,4 e 8,1. E, quando este índice for igual a 10, indicará má qualidade das mudas pelo desequilíbrio entre a média de altura da parte aérea e a do seu diâmetro do colo. Haase (2007) comenta que baixos índices dessa relação significam uma muda mais vigorosa.

Segundo Viana et al. (2008), mudas que apresentam o diâmetro do colo abaixo do padrão mínimo encontram grandes dificuldades de se manterem eretas após o plantio. Assim, de acordo com o mesmo autor, mudas com diâmetro do colo pequeno e alturas

elevadas são consideradas de qualidade inferior às menores e com o maior diâmetro do colo. Portanto, as espécies aroeira, canafístula e tamboril mereceram destaque por terem apresentado maiores índices da relação (H/D), ou seja, uma melhor qualidade de mudas em relação a *angico* e mulungu (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios da altura da parte aérea, do diâmetro do colo e da relação H/D das mudas espécies florestais nativas, produzidas em viveiro, para determinação do ciclo de produção final.

Espécie	Altura da parte aérea (H) (cm)	Diâmetro do colo (D) (mm)	Relação (H/D)
Aroeira	16,45	2,98	5,52
Angico	29,11	2,96	9,83
Canafístula	20,11	3,79	5,30
Mulungu	28,33	9,51	2,98
Tamboril	32,65	4,02	8,12

A partir da obtenção de informações sobre peso de massa seca da parte aérea, peso de massa seca de raiz e total, constata-se que mulungu apresentou maiores valores em relação às demais espécies (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios do peso da massa seca da parte aérea, raiz e total, da relação peso de massa seca das partes aéreas e radicular e do Índice de Qualidade de Dickson de espécies florestais nativas, produzidas em viveiro, para determinação do ciclo de produção final.

Espécies	Peso de massa seca (g)			Relação parte aérea/raiz	IQD
	Parte aérea	Raiz	Total		
Aroeira	1,96	0,96	2,92	2,04	0,39
Angico	2,24	3,24	5,48	0,69	0,52
Canafístula	2,39	1,85	4,24	1,29	0,64
Mulungu	14,26	3,10	17,36	4,60	2,29
Tamboril	3,50	3,71	7,21	0,94	0,80

O peso de massa seca é bastante usado por estar relacionado à sobrevivência e ao crescimento inicial das mudas no campo, sendo considerado como um dos melhores parâmetros para determinar a qualidade de mudas, entretanto constitui-se um método destrutivo (GOMES & PAIVA, 2004).

Segundo Caldeira *et al.* (2008), para relação peso de massa seca de parte aérea e peso de massa seca de raízes nas mudas, a proporção deve ser de 2:1, e a relação inversa deve ser de 1:2. Já para Haase (2007), a avaliação de mudas em raiz nua deve-se considerar a proporção PMSPA/PSMR de 3:1, ou menos, e para mudas em recipientes a proporção de 2:1, ou menos. É importante destacar essa relação quando as mudas vão para o campo, pois a parte aérea das mudas não deve ser muito superior ao sistema radicular, em função de problemas que possam ocorrer em relação à absorção de água para a parte aérea.

Segundo Gomes & Paiva (2004), o valor do índice que melhor representa essa relação é igual a 2,0. No presente estudo, os valores variaram entre 0,69 e 4,60. Sendo assim, as espécies que apresentaram índices mais próximos do ideal foram aroeira (2,04) e canafístula (1,29). Para o mulungu esse índice foi de 4,60, evidenciando uma diferença significativa em relação ao valor ideal dessa relação.

O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) é um índice importante, sendo considerado como uma medida promissora morfológica ponderada, além de um bom índice de qualidade de mudas, pois leva em consideração para seu cálculo a robustez e o equilíbrio da massa da muda (MELO & CUNHA, 2008). Esse índice está relacionado com altura, diâmetro do colo, peso de massa seca total, peso de massa seca de parte aérea e peso de massa seca de raiz e, quanto maior for o valor deste índice, melhor será a qualidade da muda produzida (GOMES, 2001).

No presente estudo, as espécies que apresentaram os maiores índices de qualidade de Dickson, ou seja, melhor qualidade de mudas foram, respectivamente, mulungu, tamboril, canafístula e *angico*, tendo aroeira o menor índice. Morais *et al.* (2012), estudando a influência da lâmina de irrigação em mudas de *Schinus terebinthifolius*, avaliadas em um período de 120 dias, encontraram valores do IQD variando entre 0,68 a 0,92, sem diferença significativa entre eles. No presente estudo, apesar de ter sido encontrado um menor valor, as mudas foram avaliadas em metade do tempo e obtiveram valor de 0,39, podendo considerar-se um bom índice para a espécie.

Considerações Finais

a) Dentre as espécies estudadas, aquelas que atingiram mais rapidamente o padrão mínimo ideal em altura e diâmetro para serem levadas para o plantio foram: tamboril (22,41 cm e 3,16 mm), em 15 dias, e mulungu (20 cm e 7 mm), em 20 dias.

b) Canafístula atingiu o mesmo padrão mínimo ideal aproximado em altura (20 cm) e diâmetro (3,5 mm), aos 50 dias. Aroeira atingiu altura aproximada de 22 cm e diâmetro aproximado de 3,9 mm, aos 65 dias. Já *angico* atingiu os padrões mínimos em altura aproximada de 30 cm e diâmetro aproximado de 3 mm, aos 80 dias.

c) Aroeira e angico apresentaram maior crescimento relativo, tanto em altura quanto em diâmetro, em relação às demais espécies durante todo o ciclo de produção;

d) Aroeira, canafístula e tamboril apresentaram as melhores relações entre altura de parte aérea e diâmetro de colo, evidenciando melhores qualidades de muda;

e) De acordo com o parâmetro relação de peso de massa seca de parte aérea e peso de massa seca de raízes, aroeira e canafístula apresentaram índices mais próximos do ideal, que é igual a 2,0;

f) Segundo o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), as espécies que obtiveram os maiores índices foram, respectivamente, mulungu, tamboril, canafístula e angico, ficando a aroeira com o menor índice.

Diversidade e conservação genética de *Erythrina velutina* Willd.

Allívia Rouse Carregosa Rabbani¹, Roberto Muhajir Ranhemay Rabbani², Renata Silva-Mann³ & Glauber Santos Pereira⁴

O gênero *Erythrina*, família Fabaceae, ocorre nas regiões tropicais e sub-tropicais do mundo. Possui cerca de 110 espécies, das quais 70 são nativas da América (EPAMIG, 1993; VASCONCELOS et al., 2003). *Erythrina velutina* Willd., popularmente conhecida como mulungu, suinã, bico-de-papagaio, canivete e corticeira; é uma espécie pioneira que ocorre naturalmente no Nordeste e Sudeste do Brasil (LIMA, 2014). Árvore heliófila, decídua de porte elevado (4 a 12 metros de altura), com grande resistência à seca, rusticidade e rápido crescimento, sendo empregado na recuperação de áreas degradadas e reflorestamentos mistos (LORENZI, 2002; SANTOS *et al.*, 2012).

Para o mulungu, é registrada com frequência a presença de diversas aves alimentando-se do néctar presente nas suas flores. Sua madeira é

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia; allviarouse@hotmail.com

² Universidade Federal do Sul da Bahia; robertorabbani@gmail.com

³ Universidade Federal de Sergipe (UFS); renatamann@hotmail.com

⁴ UFS; glaubinhose@hotmail.com

leve e pouco resistente a agentes agressivos, com expressiva utilização no artesanato para confecção de tamancos, brinquedos, caixotes, dentre outros (LORENZI & MATOS, 2008).

A espécie também apresenta plasticidade extensiva ecológica, sendo uma arbórea nativa com grande poder de regeneração e amplamente utilizada na recuperação de áreas degradadas. Além disso, tem sido usada na medicina popular no Nordeste brasileiro, e no campo farmacológico já foram comprovadas atividades relacionadas com a atividade calmante, tal fato evidencia seu uso popular (STOJANOVIC *et al.*, 1994; VASCONCELOS *et al.*; 2003, 2004; VIRTUOSO *et al.*, 2005; RIBEIRO *et al.*, 2006; RAUPP *et al.*, 2008).

Ademas da exploração devido às propriedades farmacológica, os indivíduos de mulungu têm diminuído em seu habitat por conta da expansão do uso da terra para os diversos fins, o que contribui para a perda de genótipos antes mesmo de se ter o conhecimento do seu uso biotecnológico potencial.

A importância da caracterização da diversidade genética na fragmentação florestal

A perda efetiva de indivíduos pode causar estreitamento da base genética da espécie (gargalo genético), e as populações podem permanecer pequenas e isoladas, levando a uma progressiva perda da variabilidade (ROBINSON, 1998). O isolamento espacial das populações provoca mudanças nos processos evolutivos básicos, como deriva genética, seleção, migração e reprodução genética, cujas alterações podem resultar em redução da diversidade genética (PEREIRA, 2014; NAMKOONG *et al.*, 2002).

Estudos de diversidade genética auxiliam na compreensão da situação das espécies (HAMRICK, 1983), uma vez que a variabilidade é essencial para os processos evolutivos que ocorrem, tal como a seleção natural que atua sobre a distinção dentro das populações (TORGGLER *et al.*, 1995). Além disso, pode proporcionar um maior sucesso em condições adversas, pois quanto maior a variabilidade genética na população, maior é a probabilidade de perpetuação da espécie (JONES *et al.*, 2001).

Dentre as técnicas para mensuração da diversidade genética, os marcadores moleculares são ótimas ferramentas por serem

reproduzíveis e confiáveis. Para o mulungu, poucos são os trabalhos que envolvem este tipo ferramenta, apesar da espécie ocorrer na América do Sul, na literatura só foram encontrados artigos científicos envolvendo indivíduos do Brasil (Tabela 6) e os resultados serão mostrados neste capítulo, na sessão “diversidade genética”.

Tabela 6. Marcadores moleculares utilizados nos estudos de variabilidade genética em mulungu (*Erythrina velutina* Willd.)

Parte da planta	Marcador molecular	Número de indivíduos	Autor
Folhas jovens	Isoenzimas	13	Azevedo et al., 2013
Folhas jovens	ISSR	40	Gonçalves et al., 2014
Folhas jovens	RAPD e Isoenzimas	39	Souza et al., 2014
Folhas jovens	ISSR e RAPD	37	Melo et al., 2015

De maneira geral estes trabalhos constataram que não há correlação entre as distâncias genéticas e geográficas entre os indivíduos de mulungu, e que os padrões espaciais de ocorrência de estruturação genética dos indivíduos não são aleatórias, o que leva a necessidade urgente de ações conservacionistas (Pereira, 2014).

Além disso foi alertado que há uma diminuição de populações florestais, com notável redução no número de indivíduos de mulungu (MELO, 2010; AZEVEDO *et al.*, 2013; PEREIRA, 2014; MELO, 2015).

Os estudos com espécies arbóreas nativas foram iniciados, principalmente a partir do final da década de 80, quando alguns centros de pesquisa começaram a prestar atenção à conservação dos recursos genéticos (FREITAS *et al.*, 2005). A preocupação com a conservação exige conhecimento de como os propágulos e pólen são dispersos na natureza (BITTENCOURT, 2007). Assim, os estudos utilizando marcadores moleculares podem ser de fundamental importância como ferramenta para se observar a situação real dos indivíduos em causa.

Conservação dos recursos florestais

Os recursos fitogenéticos podem ser preservados em seus habitats naturais (*in situ*), e em diferentes condições do seu habitat natural (*ex situ*), ou melhor, mesclando os métodos *in situ* e *ex situ*. A escolha de um ou mais métodos está sujeita às necessidades (JARAMILLO & BAENA, 2002). Para a árvore de mulungu, devido a seu caráter atrativo para a retirada da madeira e uso

medicinal, principalmente da casca, pode levar à redução de indivíduos. Assim, seria interessante a sua conservação *in situ* visando à promoção da diversidade genética e, conseqüente aumento de insetos e animais, para sua propagação.

A conservação *in situ* pode ser feita em Unidades de Conservação (UC) que, devido à grande diversidade de situações presentes na realidade brasileira, são divididos em dois grandes grupos. As áreas estritamente protegidas destinadas a preservar a natureza em áreas com pouca ou nenhuma ação humana, que não permite o uso direto dos recursos naturais e utilização sustentável de forma a vincular a conservação da natureza com o uso controlado dos recursos naturais (MMA, 2008).

Outra estratégia de conservação são as Áreas de Preservação Permanente (APP), que se referem às áreas protegidas sob Arts. 2 e 3 do novo Código Florestal (Lei 12651/2012). O conceito refere-se a estas áreas, independentemente da cobertura vegetal, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar da população humana (SCHÄFFER, 2011).

Quando o ambiente natural tem suas relações ecológicas comprometidas por ações humanas, ou quaisquer outros fatores, é prudente usar também a conservação *ex situ*, promovendo uma maior garantia de sobrevivência da população (SEGARRA-MORAGUES *et al.*, 2005). Este método de conservação não só leva em conta o estabelecimento de bancos de germoplasma para a conservação dos recursos genéticos, bem como para possíveis reintroduções, após a ocorrência de situações catastróficas, ou o desaparecimento de uma determinada população (Convenção sobre Diversidade Biológica, 2002).

Em contraste, a conservação *in situ* da biodiversidade agrícola tornou-se parte da agenda da biodiversidade e políticas nacionais e internacionais para a sustentabilidade (IPGRI, 1995). Houve menção especial, uma vez que não é suficiente para salvar os indivíduos, uma vez que eles são parte de um sistema ecológico e, portanto, para proteger a espécie, é essencial estabelecer em seus habitats (RYLANDS & BRANDON, 2005).

Proteger as populações em locais onde ocorrem naturalmente ainda hoje, é amplamente apresentado como a estratégia de

conservação mais viável e econômica (LOUCKS *et al.*, 2008). Neste caso, deve notar-se que a conservação *in situ* de populações naturais de espécies nativas é uma prioridade do ponto de vista da conservação dos recursos genéticos.

Os recursos genéticos de plantas são caracterizados como um reservatório natural de genes com potencial para o uso na produção de gêneros essenciais para a humanidade. A perda de variabilidade genética pode ser devida a alguns fatores ecológicos e micro-evolutivos, e modificações e/ou flutuações nas características ambientais (PRIMACK & RODRIGUES, 2001).

Estudos em que se propõem avaliar a variabilidade genética de espécies vegetais permitem a obtenção de informações que auxiliam na avaliação da probabilidade de persistência de populações locais, contribuindo em última instância para a conservação do bioma original (SOUZA *et al.*, 2014).

Habitats fragmentados podem promover o declínio, ou mesmo levar a extinção das populações. No isolamento, há uma maior chance de redução da dispersão, o que diminui o processo de colonização de outras áreas, reduzindo o número de espécies e diminuição da variabilidade genética, por endogamia (SCHNEIDER, 2003).

Outro fator a se considerar no que concerne a preocupação com a conservação da espécie são os fatores relacionados a dispersão das sementes, que pode se dar por meio da zoocoria. Assim, a divergência genética entre populações pode ser reduzida com o aumento do fluxo de alelos via pólen e/ou sementes. Se é constante a diminuição na vegetação, polinizadores e dispersores de sementes tendem a se estabelecer em locais com menor degradação abandonando de alguma forma essas outras áreas, reduzindo habitats e disponibilidade de alimentos.

Logo, processos de regeneração naturais promovem a continuidade da comunidade, contudo dependem, principalmente, da polinização e dispersão de sementes, que devem ser viáveis e com condições adequadas para a germinação. Ou seja, a sobrevivência e o desenvolvimento da regeneração dos indivíduos estão ligados a uma série de fatores, tais como: fenologia, genética e fatores ambientais que podem influenciar a estrutura da comunidade e da população, favorecendo diferentes espécies ao longo do tempo (MEDEIROS *et al.*, 2007).

Cabe ressaltar que devem ser recomendados estudos relacionados ao modelo de recuperação empregado para a conservação de mulungu, uma vez que deve se considerar o caráter pioneiro da espécie, e que durante o desenvolvimento destes indivíduos pode ocorrer o sombreamento por outras espécies de crescimento mais rápido, o que interfere no seu estabelecimento.

Diversidade genética

O resultado da reprodução, dispersão e sobrevivência dos indivíduos de uma população é caracterizada como estrutura genética. O sistema de acasalamento e reprodução promove o fluxo de genes em plantas, que é um componente importante na estrutura genética, pois influencia a divergência genética entre as populações (LUNA *et al.*, 2005).

O conhecimento da real condição da variabilidade genética permite a definição de estratégias para a conservação de espécies de árvores que proporcionará, em alguns genótipos maior chance de permanência no ambiente, bem como aumento do tamanho do fragmento (CLARKE & YOUNG, 2000; THRALL *et al.*, 2000).

Além disso, o estudo genético em populações de árvores norteia a seleção de indivíduos produtores de sementes, uma vez que possibilita a identificação das árvores geneticamente mais divergentes para a coleta de sementes. Em áreas reflorestadas, o estudo genético fornece informações importantes para a tomada de medidas de manejo e conservação da área implantada, tornando esta capaz de manter-se ao longo das gerações.

Azevedo et al. (2013) foram os primeiros a utilizar marcadores moleculares bioquímicos para avaliar a diversidade genética de mulungu (*E. velutina*). Os indivíduos foram submetidos a seis sistemas enzimáticos (ADH, EST, IDH, MDH, PO e SOD) e foram observados 15 locos, e um total de 39 alelos, deste 12 de baixa frequência e de 15 exclusivos.

Já os primeiros marcadores moleculares para detectar as variações genéticas de mulungu (*E. velutina*) a nível de DNA foram os ISSRs (Sequências Internas Simples Repetidas (Gonçalves *et al.*, 2014). As populações alvo estavam localizadas no Estado de Sergipe e foi possível estimar 117 fragmentos foram suficientes para a realização de estimativas de parâmetros genéticos populacionais.

Souza et al. (2014) avançou os estudos com a espécie, ampliando o uso de mais um marcador genético, o RAPD (Polimorfismo do DNA Amplificado ao Acaso), associando-os a marcadores bioquímicos (isoenzimas). Os autores utilizaram parâmetros ecológicos e genéticos populacionais como indicadores de sustentabilidade, utilizou-se a matriz de Pressão-Estado-Impacto/Efeito-Resposta com a seleção de 13 indicadores, com base nos marcadores moleculares, e chegaram à conclusão que as populações estudadas apresentaram baixa tendência à sustentabilidade, necessitando de estratégias conservacionistas.

Também foi eficiente a associação de marcadores, utilizando o RAPD (Polimorfismo do DNA Amplificado ao Acaso) e o ISSR (Melo et al., 2015), podendo ser estimado uma variação genética de 21% entre populações, e 79% nas populações.

Todos os estudos desenvolvidos estão localizados no Estado de Sergipe, e apesar de um número baixo de indivíduos encontrados (Tabela 1), a variabilidade genética observada pode ser explicada principalmente pela ocorrência de polinizadores da flor da árvore, que produz o néctar que atrai aves, portanto, encoraja a polinização cruzada e aumenta a variabilidade genética (ROCCA & SAZIMA,

2010). Tais eventos podem influenciar na diferenciação genética entre as populações (NYBOM & BARTISH, 2000).

Contudo, grupos de indivíduos com limitado fluxo gênico, espacialmente distantes, pode tornar-se geneticamente diferenciadas uns dos outros pelo processo de isolamento por distância (WRIGHT, 1943). A fragmentação de populações levou algumas espécies aos efeitos da endogamia e efeitos da deriva genética, que muitas vezes ocorrem em populações relativamente pequenas (CAVALLARI-NETO, 2004). Estes efeitos genéticos estão relacionados com processos aleatórios associados às populações de tamanho pequeno (BOUZAT, 2001).

As populações fragmentadas podem apresentar uma redução drástica no potencial evolutivo e passam por um aumento na proporção de extinção devido ao aumento da endogamia, perda de diversidade genética e maior probabilidade de fixação de alelos deletérios em comparação com a estrutura da população pré-fragmentação (DUDASH & FENSTER, 2000; FRANKHAM, 2005), além da redução no número de indivíduos reprodutivos, causando um aumento na taxa de cruzamento entre indivíduos

aparentados e, por conseguinte, redução do fluxo gênico e aumento do risco de extinção (DUDASH & FENSTER, 2000; (GAIOTTO *et al.*, 2003, BARRET & KHON, 1991).

Em programas de reflorestamento utilizando espécies nativas, um ponto de fundamental importância é a origem genética das sementes (SEBBENN, 2002). Entretanto, a preocupação com a genética do material a ser implantado raramente é considerada nas práticas de restauração.

Assim, torna-se iminente, programas voltados para a conservação de mulungu que leve em consideração todas as características genéticas para um sucesso populacional, e complementar a isto, a intervenção de políticas públicas que possam facilitar a recuperação com base em parâmetros genéticos populacionais.

Para que as informações obtidas em estudos de diversidade genética em populações naturais sejam realmente aproveitadas e úteis para a espécie, ainda é necessário incluir medidas de manejo e proteção destas áreas para a manutenção destes indivíduos e o estabelecimento de novas árvores, uma vez que algumas destas populações apresentam poucos indivíduos.

Indicadores de sustentabilidade para conservação genética em área de mata ciliar

Danilla Cristina Lemos Souza¹, Marília Freitas de Vasconcelos Melo², Itamara Bomfim Gois³, Renata Silva-Mann⁴ & Sheila Valéria Álvares Carvalho⁵

Os ecossistemas naturais tendem a ser sustentáveis, visto que, do ponto de vista ecológico, mantêm a produtividade de acordo com a capacidade de suporte do meio, a diversidade genética, as características físico-químicas do solo, a dinâmica dos nutrientes, entre outros fatores. Em longo prazo, qualquer produção econômica baseada no uso dos recursos naturais será insustentável, se estiver degradando o ecossistema (POGGIANI *et al.*, 1998) e limitando sua capacidade de resiliência. Um dos grandes desafios

¹Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP; danillacristina@ig.com.br;

² UNESP; mariliafvm@yahoo.com.br;

³ Universidade Federal de Viçosa; itamarafloresta@gmail.com

⁴ Universidade Federal de Sergipe; renatamann@hotmail.com

⁵ Universidade Federal de Sergipe; Bolsista PNPd CAPES; carvalhosva@gmail.com

Extraído de SOUZA, Danilla Cristina Lemos; SILVA-MANN, Renata; MELO, Marília Freitas de Vasconcelos. Indicadores de sustentabilidade para conservação genética de *Erythrina velutina* Willd., em área de mata ciliar. Rev. Árvore, Viçosa, v. 38, n. 6, p. 1103-1113, Dec. 2014. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622014000600015&lng=en&nrm=iso>. access on 02 Aug. 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622014000600015>.

para o sistema agropecuário é estabelecer a produção agrícola aliada à conservação dos recursos genéticos, principalmente em áreas contempladas pelo Código Florestal Brasileiro.

O mulungu (*Erythrina velutina* Willd), por apresentar propriedades medicinais de importância etnobotânica e sua madeira ser utilizada para o fabrico de tamancos, brinquedos e moirões, tem sido largamente utilizada em algumas regiões do país (ALBUQUERQUE *et al.*, 2007a; ALBUQUERQUE *et al.*, 2007b; AGRA *et al.*, 2008; LORENZI & MATOS, 2008). Em função de seus usos, esta espécie vem sendo explorada de forma indiscriminada, e, no Estado de Sergipe, é crescente a retirada de seus indivíduos para abertura de áreas de pastagem e construção de estradas em Áreas de Preservação Permanente (APPs), neste caso, as matas ciliares, que são consideradas área protegidas pela Lei n. 12.651, somando-se à baixa e irregular produção de sementes na região.

A fragmentação dos habitats naturais propicia, além da perda da variabilidade genética, o declínio e a extinção das populações arbóreas, uma vez que estas se tornam vulneráveis à depressão endogâmica e à mudança genética (PINTO *et al.*, 2004). Nesse sentido, é eminente a necessidade de estudos ecológicos e genéticos em populações arbóreas

naturais, o que contribui para o delineamento em caráter multidisciplinar de estratégias de conservação, melhoramento e manejo sustentável (KAGEYAMA *et al.*, 2003).

As ações propostas na Agenda 21, com ênfase na definição de indicadores ambientais, vêm possibilitar um aperfeiçoamento nos modelos de gerenciamento dos recursos naturais (HOLANDA *et al.*, 2008). Os indicadores de sustentabilidade associados ao monitoramento ambiental, principalmente em áreas que sofrem constante ação antrópica, permitem estabelecer relações de causa-efeito e fazer previsões sobre o comportamento, em médio e longo prazo, quanto à sustentabilidade dos ecossistemas (POGGIANI *et al.*, 1998).

As informações expressas na forma de indicadores procuram descrever um determinado ângulo da realidade, ou a relação entre seus diversos aspectos. Com o crescente interesse na conservação de florestas nativas, torna-se importante a definição de indicadores de sustentabilidade, que possam servir de referência para a avaliação dos fragmentos, quanto à sua capacidade de manutenção de espécies consideradas importantes (GANDARA & KAGEYAMA, 1998).

Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de utilizar estimativas de parâmetros ecológicos e genéticos populacionais

como indicadores de sustentabilidade em matas ciliares, empregando marcadores moleculares (isoenzimas e DNA), e avaliar a tendência à sustentabilidade de populações de mulungu em caráter de raridade, com vista ao monitoramento e à conservação genética das mesmas, e ao uso dos indicadores, aqui selecionados, para outras espécies em APPs.

Material e Métodos

O objeto de estudo foram parâmetros ecológicos e de estrutura e diversidade gênica de duas populações naturais de mulungu, contidas em área de 100 hectares cada, no Estado de Sergipe, sendo estes obtidos por meio de marcadores RAPD e isoenzimáticos. A primeira população está localizada no município de Santana do São Francisco, que apresenta clima do tipo megatérmico seco a subsumido com temperatura média anual de 26°C, precipitação pluviométrica média anual de 1.200 mm e período chuvoso de março a agosto. A segunda encontra-se no município de Pinhão, área de exploração agropecuária que está inserida no polígono das secas, com clima do tipo megatérmico seco, temperatura média anual de 24°C, precipitação pluviométrica média no ano de 800

mm e período chuvoso de março a agosto (Sergipe. Seplantec/Supes, 2000). Visitas às populações foram realizadas durante todo o ano de 2012.

Para o RAPD, foram realizadas amplificações aleatórias de porções do genoma de indivíduos da espécie. Na avaliação dos géis, a presença (1) e a ausência (0) de fragmentos amplificados foram utilizadas para a construção de matrizes binárias, empregadas nas análises. Para a análise dos parâmetros de diversidade genética empregou-se o programa NTSYS pc 2.1. Os parâmetros referentes à estrutura genética foram estimados por meio do programa Popgene 1.32, utilizando parâmetros para dados diplóides dominantes. Nas análises isoenzimáticas, utilizou-se 15 sistemas (Álcool desidrogenase - ADH; Esterase - EST; Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo Fosfato Desidrogenase - NADPH; Glucose desidrogenase - GLUDH; Isocitrato desidrogenase - IDH; Malato desidrogenase - MDH; Superóxido dismutase - SOD; Manitol Desidrogenase - MADH; B-galactose desidrogenase- GLDH; Glucose-6-fosfato desidrogenase - G6PDH; Glutamato oxaloacetato transaminase - GOT;

Peroxidase – PO; Xiquimato desidrogenase – SKDH; Fosfatase alcalina - AKP; e Sorbitol desidrogenase – SDH).

A seleção dos indicadores de sustentabilidade foi obtida por meio da metodologia criada pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico e adaptada pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, em 1996, a denominada matriz de indicadores de Pressão-Estado-Impacto/Efeito-Resposta (PEI/ER) (WINOGRAD *et al.*, 1996).

Visando ao levantamento da lista de indicadores, inicialmente, foram definidos descritores, considerando as categorias: Pressão - pressões diretas e indiretas sobre o meio ambiente em consequência das interações sociedade/natureza; Estado - estado em que se encontra o ambiente, em consequência das pressões sofridas pelas atividades antrópicas nos diversos ambientes; Impacto/efeito - relacionado com os efeitos e impactos das interações sociedade/natureza, referentes às funções ecológicas dos ecossistemas, dos recursos e dos impactos sobre a sociedade. Essa categoria muda em função das respostas que a sociedade gera sobre o meio ambiente; e Resposta - ações que a sociedade gera como resposta às pressões, estados e efeitos sobre o meio ambiente,

conduzindo os processos de desenvolvimento e uso dos recursos naturais, de modo a aliviar e/ou prevenir os impactos econômicos, sociais e ambientais negativos (WINOGRAD *et al.*, 1996).

As estimativas indicadas neste trabalho poderão ser extrapoladas para uso com outras espécies em APPs, uma vez que inúmeras publicações têm sido geradas em pesquisa sobre a temática. As informações disponíveis na literatura podem contribuir para controle e monitoramento da conservação ajustados aos diferentes ecossistemas.

Resultados e Discussão

Selecionou-se 8 descritores, que resultaram em 14 indicadores. Os descritores foram escolhidos de acordo com o que será medido ou comparado das condições reais com as condições de referência (Tabela 7). Os indicadores mensurados, com limites para avaliação da tendência de sustentabilidade nas populações, são apresentados na Tabela 9.

Tabela 7. Descritores e indicadores de sustentabilidade selecionados para avaliar a conservação genética do mulungu.

Descritores	Indicadores
Pressões antrópicas	Densidade da espécie (nº. ha ⁻¹) Tamanho efetivo de população (nº indivíduos reprodutíveis ha ⁻¹)
Capacidade de regeneração da espécie	Densidade de plântulas (nº. m ²⁻¹)
Vigor dos genótipos	Altura (m) DAP (Diâmetro à altura do peito - m)
Estrutura e diversidade genética	Fragmentsos polimórficos de DNA amplificados (nº) Locos gênicos polimórficos (%) Heterozigosidade [-1,0 – 1,0] Índice de Shannon [0,0 – 1,0] Diversidade genética entre populações (%)
Erosão genética	Fluxo gênico (<1,0)
Endogamia	Coefficiente de endogamia [-1,0 – 1,0]
Produção científica	Publicações (nº)
Conservação <i>ex situ</i>	Banco Ativo de Germoplasma (nº)

Os indicadores estão dispostos conforme definição da matriz PEI/ER (Tabela 8).

Tabela 8. Matriz de Indicadores de Qualidade Social, Econômica e Ambiental, Pressão-Estado-Impacto/Efeito-Resposta (PEI/ER).

Indicadores de Pressão (P)	Densidade da espécie ($n^{\circ} \text{ ha}^{-1}$) Tamanho efetivo de população (n° indivíduos reprodutíveis ha^{-1}) Densidade de plântulas (n°/m^{2-1})
Indicadores de Estado (E)	Altura (m) DAP (Diâmetro à altura do peito - m) Fragmentos polimórficos de DNA amplificados (n°) Locos polimórficos (%) Índice de Shannon [0,0 – 1,0] Diversidade genética entre populações (%)
Indicadores de Impacto/Efeito (I/E)	Heterozigosidade [-1,0 – 1,0] Fluxo gênico (<1,0) Coeficiente de endogamia [-1,0 – 1,0]
Indicadores de Resposta (R)	Publicações (n°) BAG - Bancos ativos de germoplasma (n°)

Tabela 9. Matriz de tendência de sustentabilidade utilizada para avaliação da conservação genética do mulungu em duas populações naturais, no Estado de Sergipe.

	Indicadores	Populações		Média das populações	Tendência de Sustentabilidade		
		1	2		Baixa	Média	Alta
Estado	Densidade da espécie (nº. ha ⁻¹)	20	20	20	X		
	Tamanho efetivo da população (nº ind. reprodutíveis)	24	20	22	X		
	Densidade de plântulas (nº.m ²⁻¹)	0	0	0	X		
Impacto/ Efeto	Altura (m)	7,95	9,1	8,52		X	
	DAP (cm)	84	86	85			X
	Fragmentos Polimórficos (nº)	100	112	106			X
	Locos gênicos polimórficos (%)	81,30	90,24	85,77			X
Pressão	Heterozigosidade [-1,0 – 1,0]	0,28	0,30	0,37		X	
	Índice de Shannon [0,0 – 1,0]	0,42	0,45	0,55		X	
	Diversidade entre populações (%)	*	*	21	X		
	Fluxo gênico (<1)	*	*	-1,91	X		
	Coeficiente de endogamia [-1,0 – 1,0]	*	*	0,5098	X		
Re sp	Publicações (nº)	*	*	0	X		
	BAG (nº)	*	*	0	X		

População 1 – Santana do São Francisco; População 2 – Pinhão; DAP – Diâmetro à altura do peito; BAG – Banco Ativo de Germoplasma; (*) – não existe valor para o parâmetro; Resp – Indicador de Resposta.

Levando-se em conta que a fragmentação de áreas pode resultar em mudanças na composição florística ao longo do tempo, esperava-se que o mulungu, uma espécie pioneira (LORENZI & MATOS, 2008), fosse encontrado, juntamente com outras espécies do mesmo grupo ecológico, em maior abundância que espécies dos demais grupos, como foi observado por Nascimento *et al.* (1999). Ao estudar a estrutura e dinâmica de populações arbóreas em um fragmento de vegetal estacional semidecidual, os mesmos autores observaram as pioneiras como espécies mais abundantes, apresentando em média 15 indivíduos por hectare. Este valor não foi observado nas áreas estudadas, o que indica baixa densidade de indivíduos, decorrente do intenso uso da espécie no Estado de Sergipe, portanto, fator preocupante para a manutenção das populações naturais de mulungu a longo prazo.

Observou-se baixa tendência à sustentabilidade para o tamanho efetivo de população (N_e), com valores abaixo do mínimo viável, que, segundo Vencovsky (1987), considerando-se um número mínimo de indivíduos para um dado local, é necessário um tamanho efetivo da população de 50, desde que elas ou os pais não sejam aparentados, para a conservação genética em curto prazo (10 gerações da espécie). Em relação à densidade de plântulas, nenhuma plântula foi encontrada próximo aos indivíduos, podendo esse fato ser atribuído à intensa

presença do homem nas áreas estudadas (abertura de estradas, pastoreio, agricultura etc.).

O mulungu é uma espécie arbórea que pode atingir dimensões de até 15 m de altura e 80 cm de DAP na idade adulta (CARVALHO, 2008). Valores próximos são encontrados para ambas as populações, o que indica que os indivíduos remanescentes ainda se apresentam vigorosos para as características dendrométricas.

O número de fragmentos polimórficos utilizados na avaliação da variabilidade genética em plantas é bastante variável. Com marcadores RAPD, Estopa *et al.* (2006) utilizaram 56 fragmentos de DNA para a caracterização da diversidade genética em populações naturais de candeia (*Eremanthus erythropappus* DC. MacLeish), e Freire *et al.* (2007) utilizaram 31 fragmentos polimórficos para o estudo de estrutura genética de populações de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake. A média obtida no presente estudo de 106 fragmentos polimórficos, utilizando o mesmo marcador molecular, foi eficiente para o estudo genético das populações de mulungu, inferindo em existência de diversidade genética nas mesmas.

O valor médio de 85,77% de locos gênicos polimórficos para as duas populações é considerado relativamente alto para populações naturais de espécies arbóreas. Bertoni *et al.* (2007), estudando oito populações de *Zeyheria montana* Mart., observaram média de 60% e Freire *et al.* (2007) notaram um polimorfismo de 96,9% ao estudarem

populações naturais de *Schizolobium parahyba*. O valor para as populações em estudo mostra-se favoráveis à conservação *in situ*, com vista à manutenção da diversidade genética ao longo das gerações.

A heterozigosidade média observada foi de 0,37, valor próximo aos relatados para outras espécies arbóreas, como *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae), que variou de 0,27 a 0,33, estando estas populações em área de Reserva Florestal e Estação Ecológica (ZIMBACK *et al.*, 2004) e para *Aspidosperma polyneuron* Muell. Arg. (Apocynaceae), com heterozigosidade média de 0,28, em áreas fragmentadas (TOREZAN *et al.*, 2005). A análise desse parâmetro revela significativa tendência à sustentabilidade das populações estudadas, no entanto, é prioritária a conservação das populações, pois a perda de heterozigosidade é preocupante para a manutenção de populações naturais, uma vez que a deriva genética tende a diminuir o nível de polimorfismo das espécies (PEREIRA *et al.*, 2004).

Por meio da análise do índice de Shannon, pode-se inferir acerca de uma média diversidade genética dentro de cada população analisada (BOTREL *et al.*, 2006). O valor médio do índice de Shanonn (0,55) apresenta um acréscimo viável, confirmando a necessidade de conservação de ambas as populações de mulungu, pois estas apresentam alelos efetivos diferenciados em cada população, o que aumenta a base genética da espécie.

A partir da estimativa da diversidade genética entre as populações de mulungu, pode-se inferir que a variabilidade amostrada entre as populações, contribui com 21% para a heterozigosidade total, sendo 79% a variabilidade distribuída dentro das populações. Em estudos realizados com diversas espécies, baseados em marcadores RAPD e locos isoenzimáticos, foram obtidas estimativas que variam de 5 a 34% de divergência genética entre populações (ZIMBACK *et al.*, 2004). Segundo Yeh, (2000) uma estimativa de 15 a 25% para o determinado parâmetro representa um alto nível de diferenciação. Assim, a divergência genética entre as populações de mulungu é considerada elevada, e, portanto, indica que as mesmas estão estruturadas geneticamente.

Espécies arbóreas de diferentes grupos sucessionais apresentam padrões característicos de estrutura genética, sendo que para as espécies pioneiras é esperado fluxo gênico de curta distância (KAGEYAMA *et al.*, 2003). No entanto, isto não pôde ser observado para as populações de mulungu, que não apresentaram ocorrência de fluxo gênico (-1,91). Com o fluxo gênico das espécies comprometido, os fragmentos apresentarão dificuldade de constituírem metapopulações, reduzindo-se, na maioria dos casos, o tamanho efetivo populacional, como aqui notado, o que interfere na dinâmica natural dos processos ecológicos (KAGEYAMA *et al.*, 1998). Devido ao isolamento genético, foi observado um alto valor para o coeficiente de endogamia (0,5098), pois

não está ocorrendo troca de alelos entre os indivíduos das populações. Esse valor é preocupante, uma vez que a endogamia está diretamente associada à perda de variabilidade genética ao longo do tempo, podendo ocorrer extinção da espécie na área.

Ao se analisar a estrutura genética espacial das populações, por meio do teste de Mantel, foi observada ausência de associação entre a matriz de distância genética e a matriz de distribuição geográfica, demonstrando que a diferença nas frequências alélicas não pode ser explicada pela distância geográfica entre os indivíduos de ambas as populações, sendo a erosão genética a causa mais provável. Situação semelhante foi evidenciada por Souza *et al.*, (2004), estudando a estrutura genética em populações fragmentadas de *Chorisia speciosa* St. Hil (Bombacaceae), onde os autores encontraram valor de correlação de -0,443 e atribuíram a essa ocorrência a erosão genética.

A preocupação com a conservação de recursos genéticos de plantas vem tomando cada vez mais impulso, mobilizando os meios científicos e os órgãos de controle ambiental. Após a reunião organizada pela FAO/IBP, em 1967, inúmeras publicações importantes têm abordado o tema, direcionando-o aos pontos críticos e propondo formas de minimizar os problemas de perdas irreversíveis dos recursos genéticos (KAGEYAMA, 1987). No entanto, foi observado que, até o momento, não constam na literatura publicações referentes à utilização de

indicadores de sustentabilidade para o mulungu, bem como para a maioria das espécies nativas em caráter de raridade, e à existência de bancos ativos germoplasma da espécie.

Conclusão

Os parâmetros genéticos populacionais podem ser utilizados como indicadores de sustentabilidade em matas ciliares. Sendo que as populações de mulungu estudadas no Estado de Sergipe apresentam baixa tendência à sustentabilidade.

Micropropagação de *Erythrina velutina* Willd.

Geisa Moreira da Costa¹, Priscila Tavares Fonseca², Alone Lima Brito³ & José Raniere Ferreira de Santana⁴

Os avanços biotecnológicos obtidos nas últimas décadas têm permitido estudar as plantas ao nível celular e molecular, o que permite a resolução de muitos problemas relacionados com a biologia vegetal (SOUZA *et al.*, 2006). Entre os diversos procedimentos da biotecnologia, a cultura de tecidos é um dos que mais se destacou em termos de conhecimento e aplicabilidade, provavelmente pelo carácter multidisciplinar que lhe é atribuído.

A cultura de tecidos vegetais baseia-se na totipotencialidade celular e compreende um conjunto de técnicas nas quais um explante (célula, tecido ou órgão) é isolado e cultivado sob condições assépticas em um meio artificial. Estas técnicas representam uma importante alternativa para a produção de mudas e para a conservação de recursos genéticos vegetais, especialmente para espécies que apresentam dificuldade no processo de propagação.

E. velutina (Fabaceae) popularmente conhecida como mulungu, é uma espécie arbórea ornamental nativa da Caatinga, do Nordeste

¹Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS); geisa.mcosta@gmail.com

²UEFS; priscila.uefs@gmail.com

³UEFS; lima_brito@yahoo.com.br

⁴UEFS; raniere@uefs.br

brasileiro e do Vale do São Francisco, sendo empregada no paisagismo, na regeneração de áreas degradadas e na medicina popular (LORENZI & MATOS, 2008).

A espécie *Erythrina velutina* Willd. produz anualmente grande quantidade de sementes, entretanto, sua coleta é feita de forma extrativista para a utilização no artesanato. Este fator aliado à dormência tegumentar das sementes tem impedido que surjam novas populações na natureza. E, embora, a *E. velutina* seja propagada através da estaquia, a utilização desse método requer uma grande quantidade de material da planta-mãe e de um amplo espaço para a produção das mudas (BORGES *et al.*, 1982; NEVES *et al.*, 2006).

Considerando a falta de relatos sobre a propagação de mulungu foram realizados estudos no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais da Universidade Estadual de Feira de Santana com o propósito de avaliar a cultura de tecidos como uma alternativa para a multiplicação e conservação dessa espécie. Foram realizados estudos comparativos entre a germinação *in vitro* de sementes e de embriões zigóticos, bem como do efeito de reguladores vegetais no potencial morfogênético *in vitro*, tendo em vista estabelecer um protocolo para a micropropagação da espécie.

A micropropagação é a técnica mais utilizada no cultivo *in vitro* por permitir a obtenção de muitas mudas com características

genéticas idênticas a da planta matriz. De acordo com Rout *et al.* (2006), a micropropagação pode ser dividida em quatro etapas: estabelecimento, multiplicação, alongamento e enraizamento dos brotos obtidos, e aclimatização.

O estabelecimento *in vitro* inicia-se com a seleção do explante mais adequado para a posterior multiplicação. O tipo de explante deve ser escolhido de acordo com a sua capacidade de expressar a totipotência, sendo recomendados os que contenham maior proporção de tecido meristemático. A obtenção de plantas assépticas pela germinação de sementes *in vitro* reduz a possibilidade de contaminação e oxidação quando comparado com tecidos extraídos da planta no ambiente natural, além de assegurar uma maior diversidade genética.

A germinação *in vitro* utilizando embriões zigóticos representa uma técnica promissora para avançar no conhecimento da biologia de determinada espécie, uma vez que, torna possível reproduzir e estudar o desenvolvimento embrionário, a quebra da dormência e a produção de plantas (COLLINS & GROSSER, 1984; HU & FERREIRA, 1998). Além disso, os tecidos embrionários são excelentes explantes para a propagação clonal *in vitro* em virtude de sua natureza juvenil e alto potencial regenerativo (PIERIK, 1990).

A etapa de multiplicação pode ocorrer por organogênese ou embriogênese somática, as quais podem ser direta ou indireta (PASQUAL *et al.*, 1997). A organogênese direta é obtida pela diferenciação dos tecidos do explante em uma estrutura unipolar (caule ou raiz), cujo sistema vascular é conectado ao tecido parental (THORPE *et al.*, 1994). Esta via de regeneração proporciona a obtenção de plantas com alta fidelidade genética (GRATTAPAGLIA & MACHADO, 1998); sendo, portanto, indicada para a produção comercial de mudas, regeneração de plantas geneticamente modificadas e multiplicação de plantas conservadas *in vitro* (PENCE, 1999; ARRABAL *et al.*, 2002).

A organogênese indireta ocorre quando o processo de regeneração de gemas é precedido pela formação de calo através da diferenciação celular, seguida de sucessivas mitoses, que dão origem a um arranjo de células que responderam a estímulos para a formação dos brotos (TERMIGNONI, 2005; ARENHART & ZAFFARI, 2008).

A eficiência da regeneração *in vitro* pode ser influenciada por vários fatores como o genótipo, o meio de cultura, os reguladores vegetais, a fonte e condição fisiológica do explante e os fatores ambientais (LUCIANI *et al.*, 2006; LIU & PIJUT, 2008).

Dentre os principais meios de cultura utilizados, o WPM (LLOYD & MC COWN, 1980) é o mais indicado para plantas

lenhosas, por apresentar baixa concentração total de íons (GEORGE, 1996). Os reguladores vegetais adicionados ao meio são fundamentais para o controle da morfogênese *in vitro*; e o sinergismo entre auxinas e citocininas tem sido demonstrado em diversos estudos. Em geral uma alta razão citocinina/auxina é requerida para a formação de brotos enquanto o enraizamento é induzido pela presença isolada de auxina ou em combinação com uma citocinina em baixa concentração (PHILLIPS, 2004).

A aclimatização, última etapa da micropropagação, é a transferência da planta da condição *in vitro* para *ex vitro* e caracteriza-se pela mudança de uma condição heterotrófica para autotrófica, o que requer adaptações anatômicas, morfológicas e fisiológicas. É considerada a fase mais crítica da micropropagação e pode significar uma limitação ao processo de produção em decorrência dos altos índices de mortalidade, baixa taxa de crescimento e desuniformidade das mudas micropropagadas (HAZARIKA, 2003; ROCHA *et al.*, 2008).

A alta mortalidade das mudas durante a aclimatização deve-se principalmente a baixa regulação da perda de água. Portanto, para algumas espécies, o estabelecimento de condições de umidade relativa alta é fator decisivo para a sobrevivência das plantas desde

sua retirada do recipiente até a total adaptação ao ambiente *ex vitro* (SOUZA *et al.*, 2006).

A resposta do explante aos fatores envolvidos em cada etapa do processo de micropropagação varia entre espécies e até mesmo entre variedades da mesma espécie, o que justifica a elaboração de protocolos específicos.

Estabelecimento *in vitro* de *Erythrina velutina*

Para a obtenção de plantas assépticas a partir de sementes, estas foram escarificadas no lado oposto ao arilo e lavadas em água corrente por 10 minutos. Posteriormente foram imersas em álcool a 70% por 1 minuto, seguido de solução de hipoclorito de sódio (2,5% de cloro ativo), com duas gotas de detergente neutro, por 15 minutos e lavadas quatro vezes em água destilada. Em seguida as sementes foram embebidas por 24 horas em água destilada.

Para o cultivo do embrião zigótico, após o período de pré-embebição foi feita a incisão da semente, cortando-a transversalmente no centro, separando os cotilédones e utilizando uma pinça para a retirada do embrião (Figura 14).

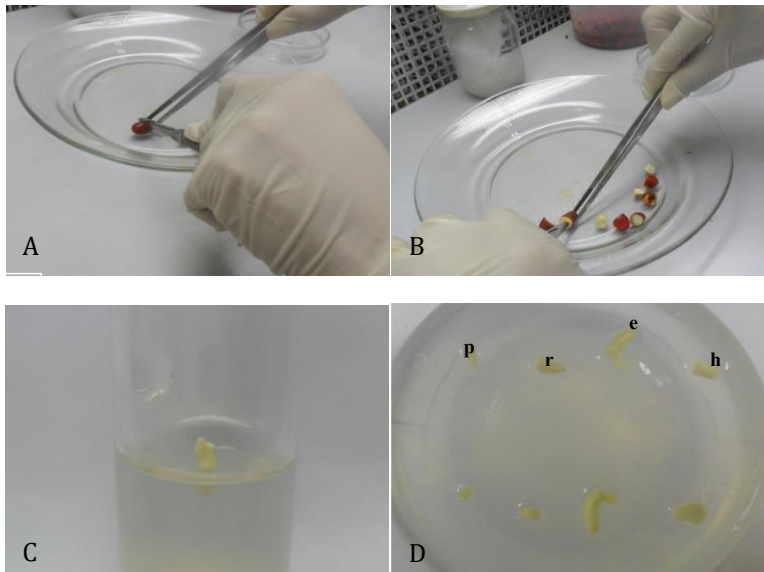


Figura 14. Corte transversal no centro da semente (A); retirada do tegumento da semente (B); cultivo do embrião em meio WPM (C e D). Plúmula (p); radícula (r); embrião zigótico inteiro (e) e região intermediária (h). Fonte:Fonseca(2012)

O embrião zigótico resgatado e a semente intacta foram inoculados em tubos de ensaio, contendo 15 mL do meio de cultura WPM suplementado com 30 g.L⁻¹ de sacarose, 7 g.L⁻¹ de ágar; e pH ajustado para $5,7 \pm 0,1$, antes da autoclavagem à temperatura de 127° C, durante 15 minutos. Este meio de cultura foi utilizado em todos os experimentos que serão descritos a seguir.

Multiplificação *in vitro* de *Erythrina velutina*

Microplantas com 12 dias de idade, provenientes da germinação *in vitro*, foram utilizadas como fonte de material asséptico para os três primeiros experimentos descritos abaixo:

Tipo de explante x ANA x BAP

Os explantes segmento nodal, nó cotiledonar e hipocótilo (Figura 15) foram inoculados em tubos de ensaio contendo meio de cultura acrescido de diferentes combinações de benzilaminopurina - BAP (0,0; 2,22; 4,44; 6,66; 8,88; 17,76 μM) e ácido naftaleno acético - ANA (0,0; 1,34; 2,68; 5,36 μM).

Em um segundo experimento, foram utilizados como explantes segmentos de hipocótilo e epicótilo com aproximadamente 1,5 cm de comprimento (Figura 15), os quais foram inoculados em meio de cultura acrescido de BAP (0,0; 2,22; 4,44; 6,66; 8,88; 17,76 μM) e ANA (0,0; 1,34; 2,68; 5,36 μM).

No terceiro experimento de multiplicação, o cotilédone e o primeiro par de folhas com pecíolo foram utilizados como explante (Figura 15). Estes foram inoculados em meio de cultura contendo diferentes combinações de BAP (0,0; 2,22; 4,44; 6,66; 8,88; 17,76 μM) e ANA (0,0; 1,34; 2,68; 5,37 μM).

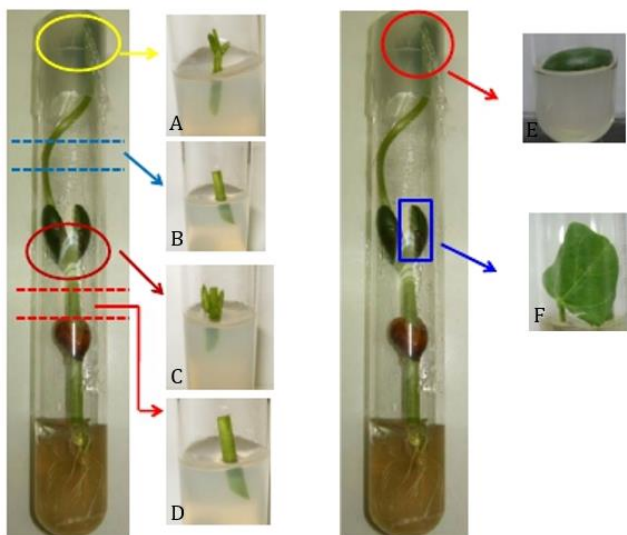


Figura 15. Explantes retirados de microplantas de *Erythrina velutina* com 12 dias de idade: segmento nodal (A), epicótilo (B), nó cotiledonar (C), hipocótilo (D), primeiro par de folhas (E) e cotilédone (F). Fonte: Costa (2008).

Tipo de explantes x TDZ

Os explantes hipocótilo, nó cotiledonar, epicótilo e segmento nodal (Figura 15) foram inoculados em meio de cultura suplementado com diferentes concentrações de thidiazurol - TDZ (0,0; 1,13; 2,27; 4,54 μM).

AgNO₃ X BAP

Foram testadas diferentes concentrações de nitrato de prata - AgNO₃ (0,0; 5,0; 10,0; 20,0; 40,0 μM) em meio de cultura acrescido ou não de 17,76 μM de BAP, totalizando oito tratamentos mais o

controle (ausência de AgNO_3 e BAP); utilizando como fonte de explante o nó cotiledonar (Figura 15).

Embrião zigótico X BAP X ANA

O embrião zigótico foi utilizado intacto ou seccionado em plúmula, região intermediária e radícula (Figura 15D). Os explantes foram posteriormente inoculados em meio de cultura suplementado com BAP (0,0; 4,0; 8,0; 12,0 e 16,0 μM) e ANA (0,0; 1,0 e 2,0 μM).

Segmento nodal X BAP e CIN

Neste experimento foram utilizadas microplantas com 30 dias de idade, oriundas do cultivo do embrião zigótico maduro. Segmento nodal com 1cm de comprimento, foram inoculados verticalmente em meio de cultura suplementado com as citocininas BAP ou cinetina (CIN) nas concentrações 0,0; 10,0; 20,0; 30,0 e 40 μM .

Todos os experimentos da etapa de multiplicação foram avaliados aos 30 dias da inoculação.

Enraizamento *in vitro*

Os brotos obtidos *in vitro*, com 1-2 cm de comprimento, foram individualizados e transferidos para meios de enraizamento contendo diferentes concentrações de ácido indolbutírico - AIB (0,0; 2,46; 4,92; 9,89 μM). Após trinta dias, foram avaliadas a

porcentagem de enraizamento, o número médio de raízes e o comprimento da maior raiz .

Os experimentos *in vitro* foram mantidas em sala de crescimento na temperatura de $25\pm 3^{\circ}\text{C}$, com fotoperíodo de 16 horas e radiação fotossintética ativa de $45\text{-}60\ \mu\text{mol. m}^{-2}. \text{s}^{-1}$.

Aclimatização *in vitro*

As plantas enraizadas *in vitro* foram transplantadas para sacos de polietileno contendo terra vegetal e areia lavada (1:1), sendo cobertas individualmente com garrafa *pet* de 1L para a manutenção da umidade relativa alta no microambiente. Durante esse período, a tampa da garrafa *pet* foi desenroscada no terceiro dia e retirada no oitavo dia; com a retirada da garrafa no vigésimo primeiro dia. Durante as três primeiras semanas de aclimatização, foi realizado o controle da intensidade luminosa pela manutenção das plantas sob sombrite 30%. A irrigação foi feita diariamente, pela manhã. Aos 21 e 51 dias após o transplante, foi avaliada a taxa de sobrevivência das mudas.

Principais resultados obtidos

A maior porcentagem de plantas normais (88,33%) foi obtida a partir da germinação dos embriões zigóticos quando comparados com plantas germinadas de sementes (61,67%). Além disso, ao

utilizar o embrião zigótico obteve-se plantas mais vigorosas e um maior número de gemas por explante em comparação com as plantas oriundas da germinação de sementes (Figura 16).

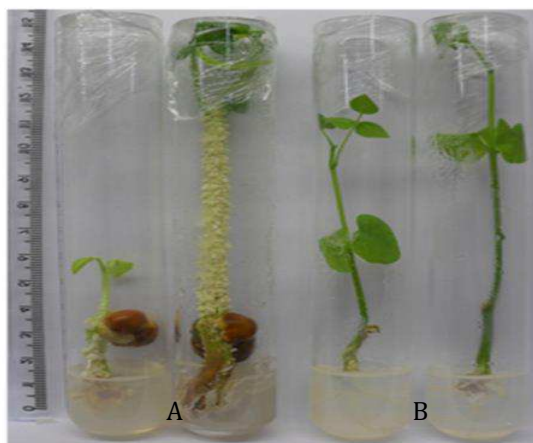


Figura 16. Plantas germinadas in vitro oriundas de sementes (A) e embriões zigóticos (B) de *Erythrina velutina* inoculados em meio WPM após 30 dias de cultivo. Fonte: Fonseca (2012).

Nos testes com os reguladores ANA e BAP, a formação de brotos foi observada em todos os tratamentos, inclusive no controle. O nó cotiledonar apresentou a maior capacidade de regeneração, seguido do segmento nodal, enquanto o hipocótilo não apresentou capacidade organogênica. A obtenção de brotos a partir do nó cotiledonar foi relatada por Berrios *et al.* (1991) para as espécies *E. berteroana* e *E. costaricensis*.

A medida que se aumentou a concentração de BAP houve um aumento no número de brotos formados nos explantes no

cotiledonar e segmento nodal. Entretanto, para o último explante foi necessária a adição de 1,34 μM de ANA ao meio.

As baixas taxas de multiplicação observadas (2,68 brotos por explante) corroboram os estudos de Berrios *et al.* (1991) com as espécies *Erythrina berteroana* e *E. costaricensis*.

A maior média para o comprimento da parte aérea foi obtida quando foram utilizados 2,68 μM de ANA na ausência de BAP; essa variável diminuiu à medida que aumentou a concentração de BAP.

Para a variável número de folhas por planta, os melhores resultados foram alcançado no meio com 4,44 μM de BAP e 1,34 μM de ANA, utilizando o nó cotiledonar como explante e 17,76 μM de BAP e 1,34 μM de ANA com o segmento nodal. O incremento no número de folhas na etapa de multiplicação é favorável, pois na inserção entre o caule e a folha há a produção de gema, a qual poderá dar origem a um novo broto, maximizando a taxa de multiplicação.

O aumento da concentração de BAP também reduziu a matéria seca da parte aérea, com o melhor resultado observado no meio com 2,68 μM de ANA e ausência de BAP.

A presença de brotos não foi observada nos testes que utilizaram como explante hipocótilo e epicótilo, bem como o explante folha. Verificou-se a formação de raízes em segmentos de hipocótilo e

epicótilo nos meios contendo apenas ANA, e a formação de calo em ambas as extremidades dos explantes nos meios contendo apenas o regulador vegetal BAP e BAP combinado com ANA. Em relação ao hipocótilo observou-se que 100% dos explantes desenvolveram calo, sendo superior aos resultados obtidos para epicótilo (Figura 17).

Em muitas espécies os cotilédones expandidos de plantas *in vitro* produzem mais brotos adventícios que qualquer outro tecido da plântula, sendo considerados como o melhor explante (GEORGE, 1993). Entretanto, para *E. velutina* a regeneração ocorreu em apenas um tratamento (17,76 μ M de BAP e 5,37 μ M de ANA) e com taxa muito reduzida (10% do total de 20 explantes). Resultados semelhantes foram encontrados por Marinucci *et al.* (2004) que não obtiveram formação de brotos a partir de cotilédone de *Erythrina crista-galli*. Nos demais tratamentos com o cotilédone ocorreu a formação de calos e raízes, a depender da combinação dos reguladores vegetais utilizada.

No experimento com TDZ, os melhores resultados para número de brotos e número de folhas nos explantes no cotiledonar e segmento nodal foram obtidos na maior concentração utilizada (Figura 18).

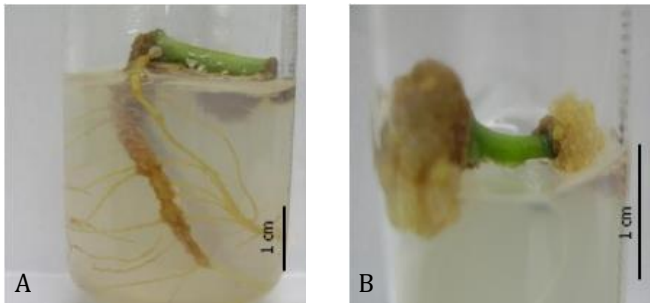


Figura 17. Formação de raízes (A) e calos (B) em segmentos de hipocótilo de *Erythrina velutina* inoculados em meio WPM. Fonte: Costa (2008).

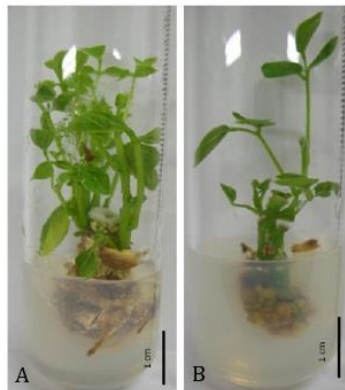


Figura 18. Brotos de *Erythrina velutina* obtidos do nó cotiledonar (A) e do segmento nodal (B) em meio WPM contendo 4,52 μM de TDZ. Fonte: Costa (2008).

Assim como no experimento com BAP e ANA, não houve indução de brotações nos explantes hipocótilo e epicótilo submetidos ao TDZ, o que indica que a utilização desses dois tipos de explantes é inviável para *E. velutina* nas condições testadas.

De acordo com Peres (2002), quando um explante falha em desenvolver organogênese *in vitro*, isto ocorre normalmente na etapa de aquisição de competência. No processo de organogênese, a competência seria entendida como a capacidade de responder ao estímulo hormonal necessário à indução de formação do órgão. A falta de competência de um tecido poderia refletir, portanto, a falta de receptores para a classe hormonal que irá induzir o processo organogenético (CARY *et al.*, 2001).

A presença de calos foi observada em todos os meios suplementados com TDZ, quanto maior a concentração do regulador maior a produção de calos (Figura 19).

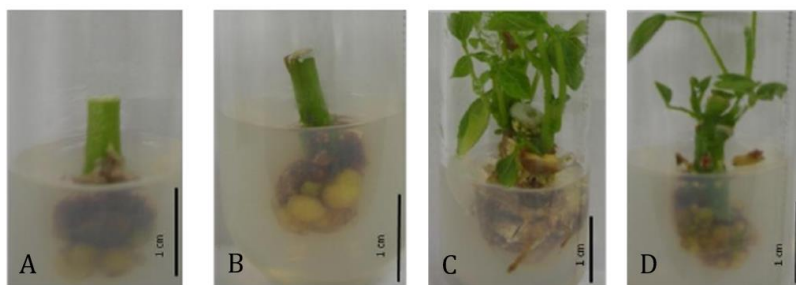


Figura 19. Calos na base do explante de *Erythrina velutina* obtidos no hipocótilo (A), epicótilo (B), nó cotiledonar (C) e segmento nodal (D) em meio WPM contendo 4,52 μM de TDZ. Fonte: Costa (2008).

Embora o objetivo da adição de nitrato de prata no meio de cultura tenha sido de otimizar a multiplicação *in vitro* de *E. velutina*, a presença do AgNO_3 reduziu potencial de regeneração da espécie,

bem como determinou a redução do comprimento e da matéria seca da parte aérea dos brotos.

Nos testes com o embrião como explante observou-se a formação de brotos nos explantes embrião inteiro e plúmula, enquanto os explantes da região intermediária e radícula não foram responsivos para a regeneração de brotos (Figura 20A e 20B). Na ausência de reguladores vegetais, a porcentagem de regeneração foi maior (93,33%) quando se utilizou o explante embrião inteiro em relação ao explante plúmula (75%). A taxa de regeneração para o explante embrião inteiro foi mantida com a adição de reguladores de crescimento vegetal, enquanto para o explante plúmula ao suplementar o meio de cultura com BAP, verificou-se aumento na taxa de regeneração obtendo-se um acréscimo de 23,75% quando comparado ao meio isento de regulador.

Para a variável número de brotos, o explante embrião inteiro também se mostrou superior a plúmula, sendo registradas média 1,23 e 0,92 brotos por explante, respectivamente (Figura 20A e B). Para os dois explantes os melhores resultados foram obtidos nos meios de cultura acrescidos de BAP, independente da concentração.

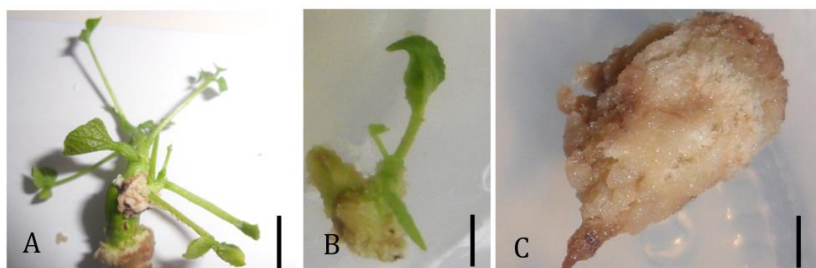


Figura 20. Brotos oriundos de embriões zigóticos (A) e de ápice plumular (B); calo compacto na região intermediária (C) de embriões inoculados em meio WPM acrescido de reguladores vegetais. (Barra= 1cm). Fonte: Fonseca (2012).

Nos explantes região intermediária e radícula foram observados a formação de calo compactos e de coloração branca em todos os tratamentos testados (Figura 20C). A maior média para a formação de calo foi obtida na concentração $2,0\mu\text{M}$ de ANA e $10,63\mu\text{M}$ de BAP (96,06%).

A utilização das citocininas BAP e CIN, determinou uma redução da taxa de multiplicação, sendo observado 100% de explantes responsivos para a formação de brotos, no meio isento de regulador (Figura 21). Entretanto, foi verificado que a adição das citocininas foi benéfica ao aumento do número de brotos por explantes. A maior média (2,35) foi estimado na concentração $21,03\mu\text{M}$ de BAP, a partir da qual observou-se um decréscimo desta variável.

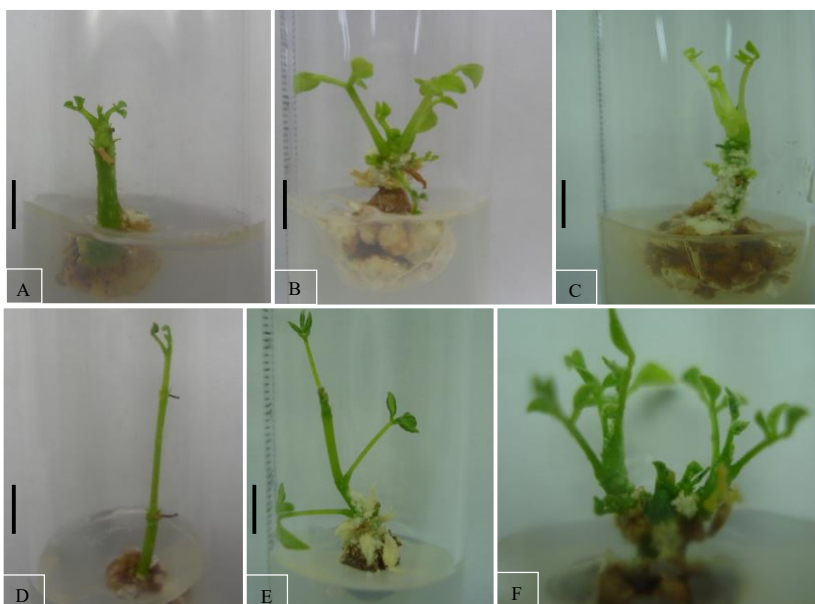


Figura 21. Brotos oriundos de segmento nodais de plantas germinadas a partir de embriões zigóticos cultivados em meio WPM acrescido de BAP nas concentrações de 10 (A), 20 (B) e 40 μM (C); e de CIN nas concentrações de 10 (D), 20 (E) e 40, 0 μM (F), após 30 dias de cultivo. (Barra= 1 cm). Fonte: Fonseca (2012).

Com a utilização da CIN observou-se um comportamento linear crescente para o número de brotos. A maior média foi observada na maior concentração utilizada, no entanto este valor é inferior ao obtido com BAP. Isto provavelmente, ocorreu em consequência dessa citocinina ser mais ativa que a CIN (HU & WANG, 1983).

Na etapa de enraizamento, todos os brotos apresentaram raízes, independentemente da adição do regulador AIB no meio, sugerindo que não é necessária a adição de auxina para o enraizamento de *E. velutina*. Este resultado pode representar uma grande vantagem

econômica na produção de mudas pela eliminação dos custos com regulador vegetal na fase de enraizamento *in vitro*.

Quanto a aclimatização das plantas, verificou-se que, após 21 dias na casa-de-vegetação, aproximadamente 85% sobreviveram, sendo este percentual mantido aos 51 dias da avaliação, o que confirma a viabilidade da produção de mudas de *E. velutina* por meio da técnica de micropropagação (Figura 22).

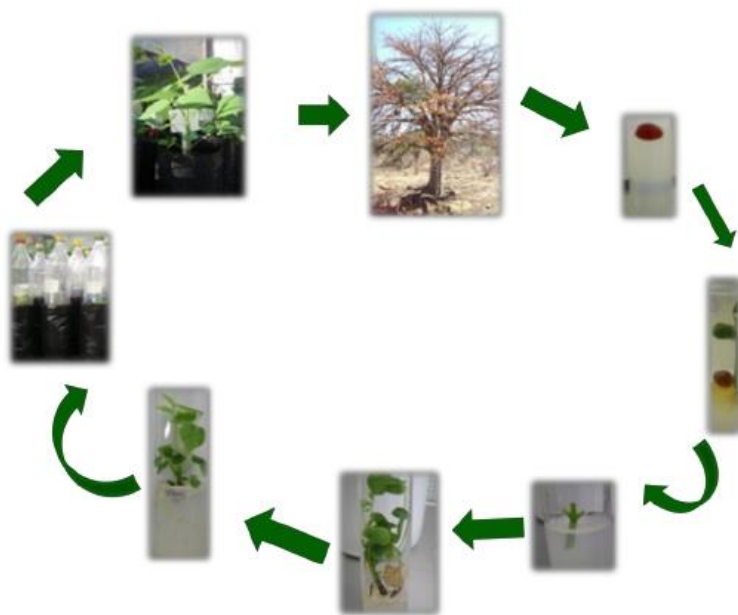


Figura 22. Propagação *in vitro* de *Erythrina velutina*. Fonte: Costa (2008)

Modelagem de distribuição geográfica potencial de *Erythrina velutina* e *E. mulungu* na região Nordeste

Marilice Cordeiro Garrastazu¹ & Patrícia Póvoa de Mattos²

A descaracterização da vegetação natural e a perda da biodiversidade é uma preocupação atual, com grande demanda de pesquisas para minimizar os impactos observados em diferentes partes do mundo. O Nordeste brasileiro também convive com essa realidade, onde muitos pesquisadores buscam fortalecer o conhecimento com informações básicas sobre a dinâmica florestal em remanescentes florestais ou mesmo buscando alternativas para a recuperação de áreas degradadas (ALMEIDA *et al.*, 2012; 2015; JUNIO *et al.*, 2012; LOPES *et al.*, 2012; RIBEIRO *et al.*, 2013).

A modelagem de distribuição preditiva, voltada para a análise da distribuição geográfica potencial de espécies pode ser útil para fortalecer a base de conhecimento sobre a biologia de espécies, bem como para a formulação de políticas públicas para sua conservação (GIANNINI *et al.*, 2012).

Em estudo de caso com *Schinus terebinthifolius* na região do Baixo São Francisco, Garrastazu & Mattos (2013) associaram a ferramenta de modelagem com o conhecimento dos remanescentes florestais,

¹ Embrapa Florestas; marilice.garrastazu@embrapa.br

² Embrapa Florestas; patricia.mattos@embrapa.br

mostrando pequeno número de remanescentes em áreas com potencial de ocorrência da espécie superior a 50%.

O objetivo deste trabalho foi analisar a área com potencial de ocorrência das espécies *Erythrina velutina* e *E. verna* na região Nordeste do Brasil, associado à análise da vegetação natural remanescente, gerando subsídios para a elaboração de estratégias para o uso e conservação da espécie, seja pelo manejo em áreas naturais remanescentes ou pela indicação de locais com potencial para o plantio da espécie.

Desenvolvendo o estudo da modelagem

Esse trabalho foi desenvolvido considerando as camadas climáticas com intervalo de 30 segundos (equivalendo a pixels de 1 km). As camadas climáticas foram obtidas da base de dados WorldClim (HIJMANS *et al.*, 2005), sendo incluídas para processamento as camadas apresentadas na Tabela 10. Para a modelagem utilizou-se a plataforma OpenModeller e o algoritmo de Distancia Ambiental (Environmental Distance). Para *E. velutina* utilizou-se 396 pontos de ocorrência e para *E. mulungu* (*E. verna*) foram 180 pontos, sendo todos oriundos da base SpeciesLink. A modelagem foi aplicada para todo território nacional e posteriormente realizou-se um recorte para a região Nordeste. Após processamento, foi registrado o uso de 161 coordenadas para *E. velutina* e 74 para *E. mulungu* (*E. verna*).

As coordenadas usadas para a modelagem foram obtidas na base do CRIA (Centro de Referência em Informação Ambiental) (Tabela 11).

Tabela 10. Camadas ambientais e climáticas disponibilizadas por WorldClim (Hijimans,2005)

Camadas	Dados
alt	Altitude
BIO1	Temperatura media anual
BIO2	Amplitude media diurna (Média mensal (temp. máxima – temp. mínima))
BIO3	Isotermalismo (P2/P7) (* 100)
BIO4	Sazonalidade da temperatura (desvio padrão *100)
BIO5	Temperatura máxima do mês mais quente
BIO6	Temperatura mínima do mês mais frio
BIO7	Amplitude da temperatura anual (P5-P6)
BIO8	Temperatura média do quartil mais úmido
BIO9	Temperatura média do quartil mais seco
BIO10	Temperatura média do quartil mais quente
BIO11	Temperatura média do quartil mais frio
BIO12	Precipitação pluviométrica anual
BIO13	Precipitação pluviométrica do mês mais úmido
BIO14	Precipitação pluviométrica do mês mais seco
BIO15	Sazonalidade da precipitação pluviométrica (coeficiente de variação)
BIO16	Precipitação pluviométrica do quartil mais úmido
BIO17	Precipitação pluviométrica do quartil mais seco
BIO18	Precipitação pluviométrica do quartil mais quente
BIO19	Precipitação pluviométrica do quartil mais frio

Tabela 11. Origem dos dados usados na modelagem do potencial de ocorrência de *Erythrina velutina*, *E. verna* e *E. mulungu*.

Coleção	sigla	Instituição	Estado	<i>E. velutina</i>	<i>E. verna</i>	<i>E. mulungu</i>
Herbário do Centro de Pesquisas do Cacau	CEPEC	CEPLAC	Bahia	20	2	
Xiloteca do Trópico Semiárido	HTSAw	CPATSA	Pernambuco	8		
Herbário da Reserva Natural Vale	CVRD	CVRD	Espírito Santo		1	
Herbário Antônio Nonato Marques	BAH	EBDA	Bahia	7		
Herbário da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz	ESA	ESALQ	São Paulo	9	6	
Field Museum of Natural History - Brazilian records	F_Botany_B_R	F	Illinois, EUA			1
Fapesp	SinBiota	FAPESP	São Paulo	1		3
Herbário do Jardim Botânico Plantarum	HPL	HPL	São Paulo	1	2	

Continua

Tabela 11. (Continuação) Origem dos dados usados na modelagem do potencial de ocorrência de *Erythrina velutina*, *E. verna* e *E. mulungu*.

Coleção	sigla	Instituição	Estado	<i>E. velutina</i>	<i>E. verna</i>	<i>E. mulungu</i>
Herbário do Instituto Agrônomo de Campinas	IAC	IAC	São Paulo	8	3	
Herbário do Estado "Maria Eneyda P. Kaufmann Fidalgo" - Coleção de Fanerógamas	SP	IBt	São Paulo	12	11	
Herbário Dom Bento José Pickel	SPSE	IF	São Paulo	6	7	1
Herbário do Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas	MAC	IMA	Alagoas	6		
Herbário INPA	INPA	INPA	Amazonas	1	2	
Herbário - IPA Dárdano de Andrade Lima	IPA	IPA	Pernambuco	29	1	
Banco de DNA do Jardim Botânico do Rio de Janeiro	RBDna	JBRJ	Rio de Janeiro	30	42	4
Herbário do Museu Botânico Municipal	MBM	MBM	Paraná	6	4	
Herbário Mello Leitão	MBML-Herbario	MBML	Espírito Santo	1	11	

Continua...

Tabela 11. (Continuação) Origem dos dados usados na modelagem do potencial de ocorrência de *Erythrina velutina*, *E. verna* e *E. mulungu*.

Coleção	sigla	Instituição	Estado	<i>E. velutina</i>	<i>E. verna</i>	<i>E. mulungu</i>
Herbário Alarich Rudolf Holger Schultz	HAS	MCN/FZBRS	Rio Grande do Sul	5	1	
Herbário do Museu Nacional	R	MN	Rio de Janeiro	1		
Missouri Botanical Garden - Brazilian records	MOBOT_BR	MOBOT	Missouri, EUA	2	4	
The New York Botanical Garden - Brazilian records	NYBG_BR	NY	NY	14	16	
Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana	HUEFS	UEFS	Bahia	59	6	
Herbário da Universidade Estadual de Londrina	FUEL	UEL	Paraná		1	
Herbário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia	HUESB	UESB	Bahia	1		
Herbário Alexandre Leal Costa	ALCB	UFBA	Bahia	16	1	1
Herbário Prisco Bezerra	EAC	UFC	Ceará	25	1	
Herbário Dárdano de Andrade Lima	MOSS	UFERSA	Rio Grande do Norte	5		
Herbário Central da Universidade Federal do Espírito Santo VIES	VIES	UFES	Espírito S		1	

Continua...

Tabela 11. (Continuação) Origem dos dados usados na modelagem do potencial de ocorrência de *Erythrina velutina*, *E. verna* e *E. mulungu*.

Coleção	sigla	Instituição	Estado	<i>E. velutina</i>	<i>E. verna</i>	<i>E. mulungu</i>
Herbário da Universidade Federal de Goiás	UFG	UFG	Goiás	1	1	
Herbário Leopoldo Krieger	CESJ	UFJF	Minas Gerais	2	1	
Herbário da Universidade Federal de Minas Gerais	BHCB	UFMG	Minas Gerais	4	5	
Herbário da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	CGMS	UFMS	Mato Grosso do Sul	1		
Herbário "Professor José Badini"	OUPR	UFOP	Minas Gerais	2		
Herbário Lauro Pires Xavier	JPB	UFPB	Paraíba	22		
Herbário UFP - Geraldo Mariz	UFP	UFPE	Pernambuco	26		1
Herbário Graziela Barroso	TEPB	UFPI	Piauí	3		
Herbário do Instituto de Ciências Naturais	ICN	UFRGS	Rio Grande do Sul	1	1	
Herbário UFRN	UFRN	UFRN	Rio Grande do Norte	5		
Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho	PEUFR	UFRPE	Pernambuco	17		3

Continua

Tabela 11. (Continuação) Origem dos dados usados na modelagem do potencial de ocorrência de *Erythrina velutina*, *E. verna* e *E. mulungu*.

Coleção	sigla	Instituição	Estado	<i>E. velutina</i>	<i>E. verna</i>	<i>E. mulungu</i>
Herbário da Universidade Federal de Roraima	UFRR	UFRR	Roraima	1		
Herbário da Universidade Federal de Sergipe	ASE	UFS	Sergipe	16		
Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Santa Catarina	FLOR	UFSC	Santa Catarina	1		
Herbarium Uberlandense	HUFU	UFU	Minas Gerais		1	3
Herbário da Universidade de Brasília	UB	UnB	Distrito Federal	8	8	4
Herbário da Universidade Estadual de Campinas	UEC	UNICAMP	São Paulo	11	15	
Herbário Rondoniense	RON	UNIR	Rondônia	1		
Herbário da Universidade de Tocantins	HUTO	UNITINS	Tocantins			2
Xiloteca do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo	SPFw	USP	São Paulo		2	
Herbário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Campo Mourão	HCF	UTFPR	Paraná	1		

Foram utilizadas operações matemáticas (álgebra de mapas) entre camadas para recorte dos fragmentos com o limite da região NE. Após realizou-se, no *Raster Calculator*, a multiplicação dos fragmentos (valor 1) com o resultado da modelagem com valores de predição de 0-100

Quantificação sobre fragmentos de vegetação nativa

A informação de fragmentos florestais para a região Nordeste foi elaborada a partir do mapeamento Global de Florestas - *GLOBAL FOREST CHANGE* (HANSEN, 2013). Este mapeamento é resultado da análise temporal de imagens Landsat para a caracterização da extensão e das mudanças florestais globais de 2000 a 2013 com resolução de 30 m. Foi utilizada a camada *treecover2000* que se refere à cobertura arbórea para a vegetação com mais de 5 m em altura e apresenta em cada pixel um valor entre 0 e 100, representando o percentual de cobertura em dado pixel no ano base de 2000.

Este mapeamento está disponível em recortes (tiles) de $10^0 \times 10^0$.

Para cobrir a Região Nordeste foi realizado *download* de quatro arquivos (tiles):

Hansen_GFC2013_treecover2000_10S_40W, Hansen_GFC2013_treecover2000_10S_50W,
Hansen_GFC2013_treecover2000_00N_40W, Hansen_GFC2013_treecover2000_00N_50W.

Foi considerado fragmento florestal os valores superiores a 50% de cobertura de copa. No SIG (Sistema de Informações Geográficas) utilizou-se a ferramenta Reclassify onde valores abaixo de 50 foram reclassificados como 0 e acima como 1. Os valores de ocorrência potencial foram agrupados em classes com intervalo de valores 10 em 10 e posteriormente fez-se a sumarização dos valores para áreas nos fragmentos para cada classe exportando os resultados em formato de tabela.

Resultados

O potencial de ocorrência de *E. velutina* e *E. mulungu* (*E. verna*) em território brasileiro estão apresentados nas figuras 23 e 24, respectivamente. Observa-se que as características ambientais consideradas na modelagem (clima e altitude) indicam grande potencial de ocorrência de *E. velutina* na região nordeste brasileira, com menor ocorrência para *E. mulungu* (*E. verna*).

Os testes externos, que equivalem a validação dos modelos apresentaram satisfatórios de acuracia e área sobre a curva (AUC) para *E. mulungu* (*E. verna*) (acuracia = 78,8 e AUC = 0,82) e para *E. velutina* (acuracia = 91,3 e AUC = 0,89).

Os fragmentos florestais espacializados estão apresentados na figura 25.

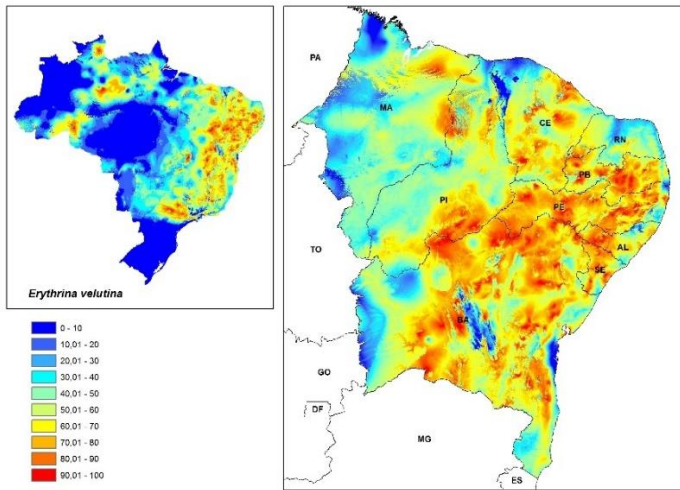


Figura 23. Potencial de ocorrência de *Erythrina velutina* em território brasileiro, com destaque para a região Nordeste. Gradiente de potencial de ocorrência variando de 0 a 100%.

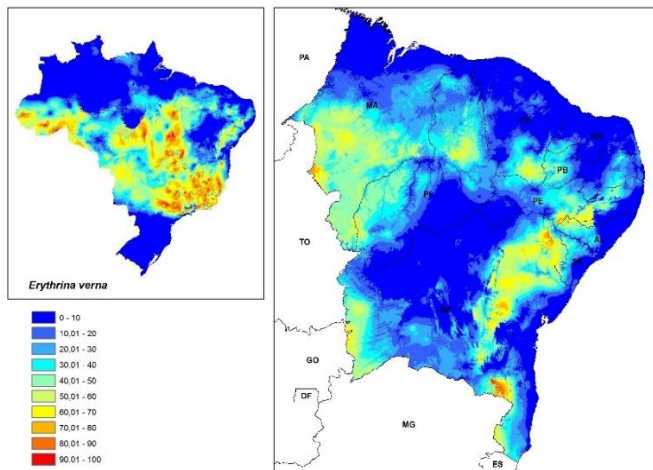


Figura 24. Potencial de ocorrência de *Erythrina mulungu* (*E. verna*) em território brasileiro, com destaque para a região Nordeste. Gradiente de potencial de ocorrência variando de 0 a 100%.

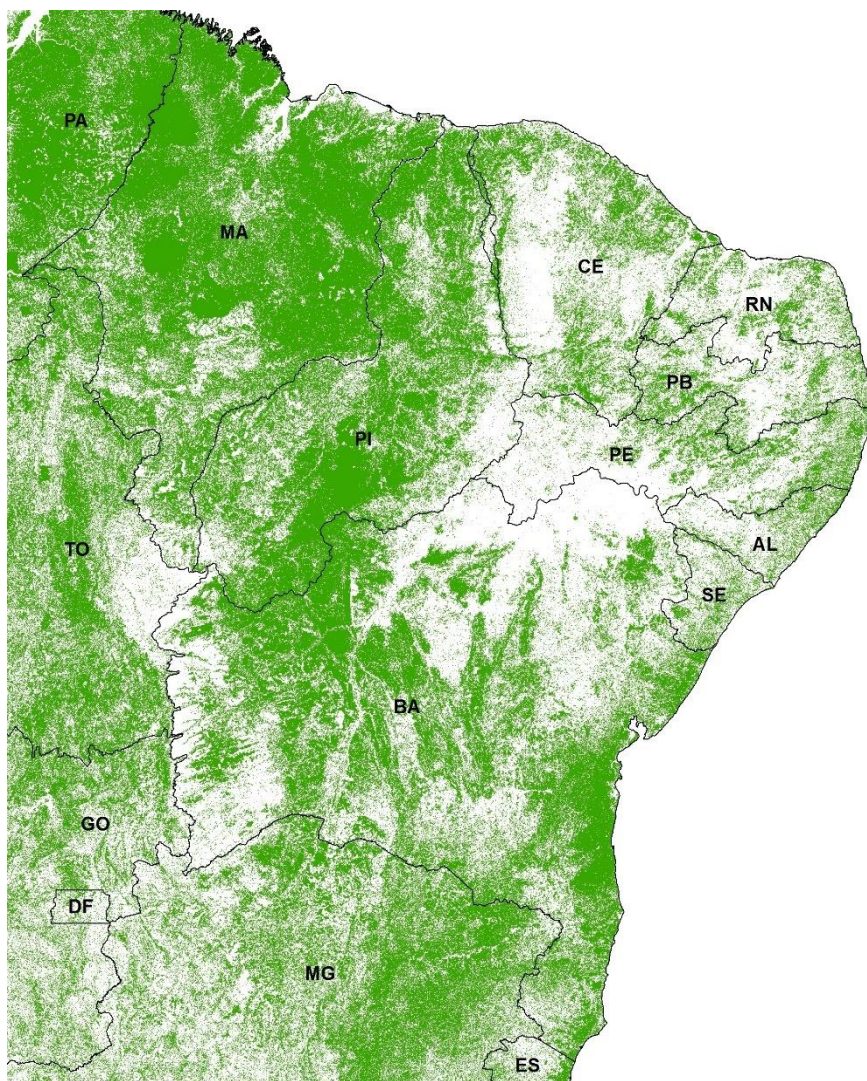


Figura 25. Reclassificação de cobertura florestal, para a região Nordeste do Brasil, realizada com camada treecover de 2000.

A partir dos resultados obtidos por modelagem, estes foram analisados, associado a aos remanescentes florestais (Figura 23),

resultando nas predições apresentadas na figura 26 (para *E. velutina*) e figura 27 (*E. mulungu* e *E. verna*). Observa-se indicativo de grande fragilidade para as duas espécies, em função da fragmentação da vegetação natural. O cálculo de área de remanescentes em função do potencial de ocorrência das espécies (Tabela 12) observa-se a severidade da fragmentação para as espécies, com apenas 15% de área na região Nordeste com potencial superior a 50% para *E. velutina* e 2% para *E. mulungu*.

A análise do potencial de ocorrência de *E. velutina* a partir da literatura disponível (Figura 28), indica que muitos indivíduos foram registrados em região com potencial de ocorrência superior a 80%.

Foram registradas árvores de *Erythrina velutina* no extrato superior, em 22,6% de pomares domésticos estudados no município de Alagoinhas, PE (ALBUQUERQUE *et al.*, 2005); considerada como parte da vegetação predominante na região de Soledade, PB, com informação de usos diversos pela população local (LUCENA *et al.*, 2012), ao longo de rios e riachos na bacia do rio Taperoá, PB (Lacerda *et al.*, 2007), em Cariris Velhos, PB (MARTINS *et al.*, 2003), Cabaceiras e Boa Vista, PB (LEITE & MACHADO, 2010), em Mirandiba, PE (MELO *et al.*, 2010) e Boa Nova, Lagoas e Santo Estevão, BA (PEREIRA *et al.*, 2014). *Erythrina velutina* se encontra em estado de raridade em regiões do Estado de Sergipe Golçalves *et*

al. (2014), apesar de ter sido verificada como área grande potencial de ocorrência.

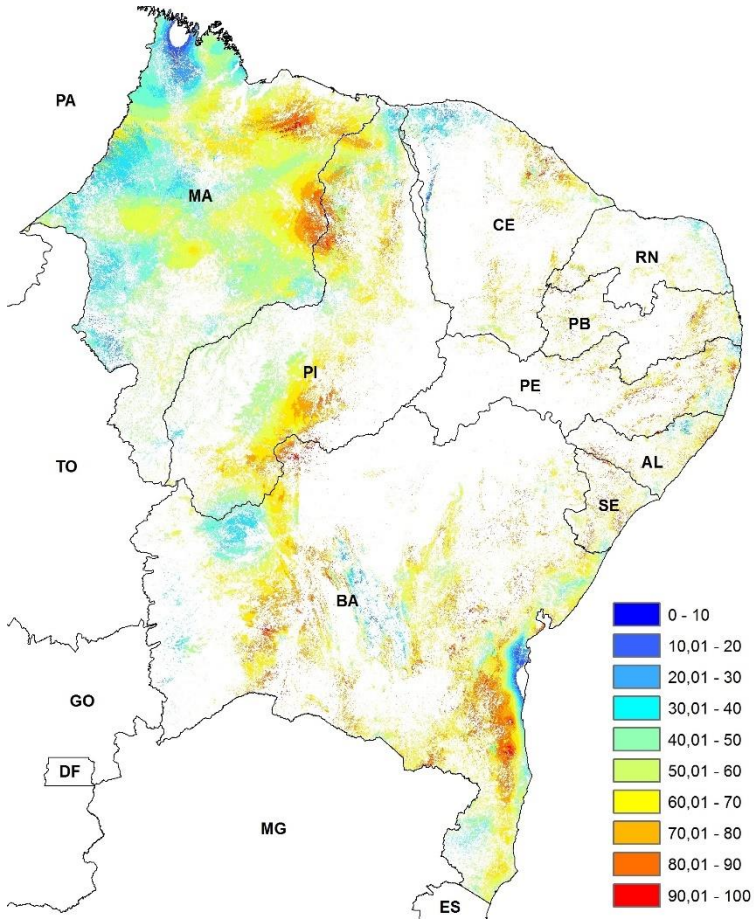


Figura 26. Resultado da modelagem de potencial de ocorrência da *Erythrina velutina* Willd. sobre a camada dos fragmentos florestais

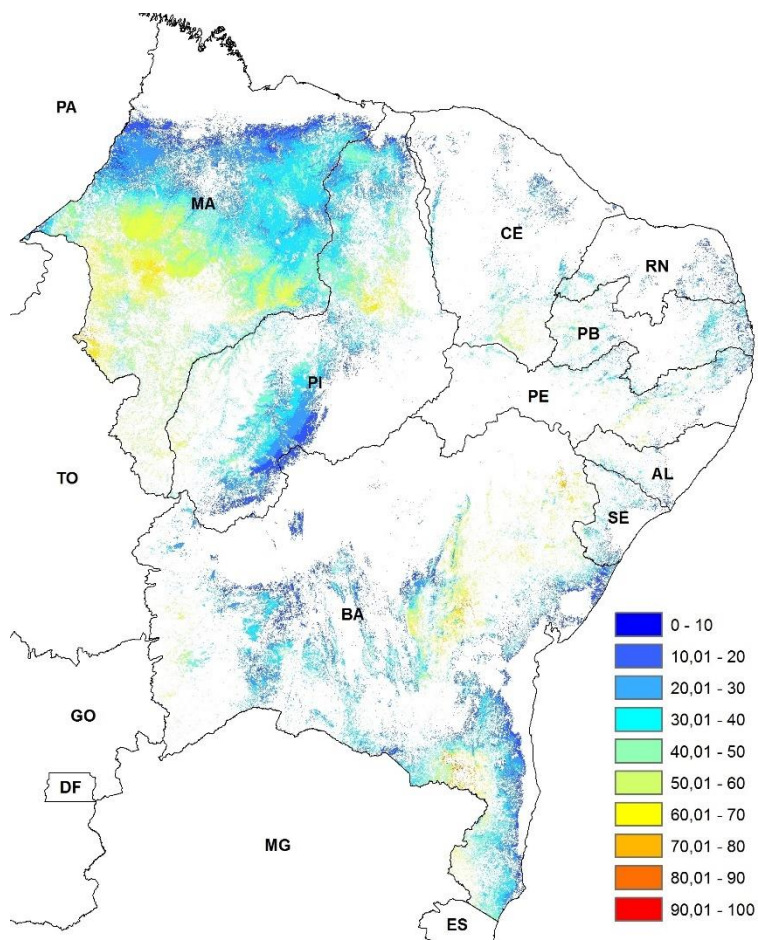


Figura 27. Resultado da modelagem de potencial de ocorrência da *Erythrina mulungu* (*E. verna*) sobre a camada dos fragmentos florestais

Tabela 12. Área de remanescentes florestais na região Nordeste do Brasil, calculadas a partir da reclassificação com imagem treecover 2000.

Amplitude potencial de ocorrência da espécie	<i>E. velutina</i>		<i>E. mulungu</i> (<i>E. verna</i>)	
	ha x 1.000	%	ha x 1.000	%
0,001000001 - 10	263,9	0,18	4.540,1	3,06
10,00000001 - 20	680,5	0,46	6.718,1	4,53
20,00000001 - 30	2.184,3	1,47	7.211,4	4,86
30,00000001 - 40	4.699,4	3,17	4.472,9	3,02
40,00000001 - 50	8.589,2	5,79	4.208,8	2,84
50,00000001 - 60	9.159,6	6,18	2.690,5	1,81
60,00000001 - 70	7.430,1	5,01	505,1	0,34
70,00000001 - 80	4.166,5	2,81	96,1	0,06
80,00000001 - 90	1.806,6	1,22	23,2	0,02
90,00000001 - 100	235	0,16	1,5	0,00

No Rio Grande do Norte (Figura 28), em levantamento realizado em região com influência de rios da região Apodi-Mossoró, observa-se um gradiente de menor potencial de ocorrência, na região litorânea, próximo a Mossoró com aumento crescente, até próximo da divisa com o estado da Paraíba, na região de Riacho de Santana (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

O conhecimento do potencial de ocorrência da espécie pode subsidiar o planejamento de novos plantios, para a escolha de locais para a coleta de sementes ou para implantação em campo. Como exemplo, podemos inferir que os experimentos com plantio de *E. velutina* avaliando competição com *Prosopis juliflora*, em Petrolina (Nascimento *et al.*, 2014) e produção de biomassa, em Serra

Talhada, PE (BARBOSA *et al.*, 2013), foram instalados em regiões com alto potencial ambiental de ocorrência da espécie (Figura 28).

No entanto, apesar do bom desempenho das mudas em experimento conduzido na região de Mossoró, com aplicação de adubo orgânico e sombreamento (SANTOS & COELHO, 2013), observa-se pela figura 1 que essa região apresenta maior representatividade de áreas com baixo potencial, o que pode acarretar desenvolvimento insatisfatório em campo. Cabe destacar que essa observação não exclui micro sítios com potencial de ocorrência que possibilitem crescimento satisfatório, pois a escala aplicada para a modelagem considerou camadas ambientais com pixel com cerca de 1 km², mas é útil para alertar os técnicos de difusão em analisar as características ambientais antes de indicarem novos plantios nessa região.

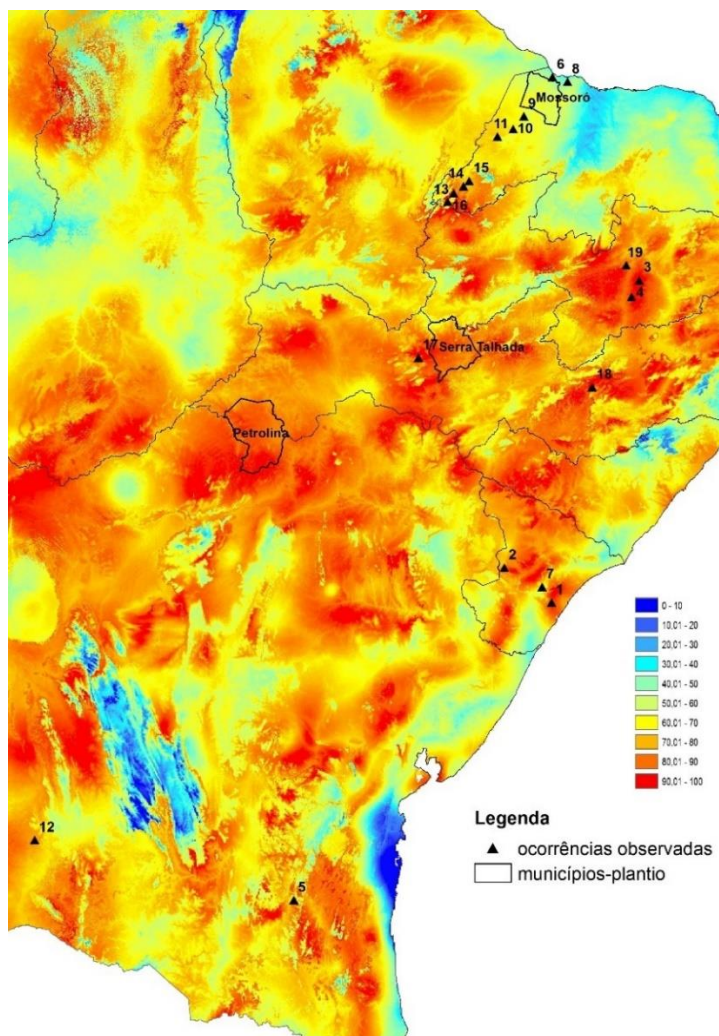


Figura 28. Locais de coleta identificados nos municípios numerados: 1- São Cristovão, 2- Pinhão, 3- Boa Vista, 4- Cabaceiras, 5- Boa Nova, 6- Grossos, 7 e 8- Areia Branca, 9- Governador Dix-Sept Rosado, 10- Felipe Guerra, 11- Apodi, 12 e 13- Riacho de Santana, 14- Rafael Fernandes, 15- Pau dos Ferros, 16- Luís Gomes, 17- Mirandiba, 18- Alagoinha, 19- Soledade. Plantios localizados nos municípios de Mossoró, Serra Talhada e Petrolina.

Potencialidades medicinais de *Erythrina* sp.

Cintia Armond¹; Franceli da Silva² & Glyn Mara Figueira³

As potencialidades das espécies medicinais são discutidas amplamente no mundo. Existe uma diversidade de trabalhos científicos publicados que identificam o potencial das espécies medicinais, propondo o desenvolvimento da cadeia produtiva e sua utilização em novos produtos em diferentes áreas de aplicação.

O Brasil é o país com a maior diversidade genética vegetal do mundo, com total estimado entre 350.000 e 550.000 espécies (SANDES e DI BLASI, 2000), muito pouco desta flora nativa foram estudadas na busca de compostos bioativos e de suas potencialidades de uso. Acredita-se que desse total pelo menos a metade possa ter alguma propriedade terapêutica ou aromática, e alguma potencialidade de utilização à população com algum tipo de inovação. As populações humanas que ocupam os diferentes biomas brasileiros estão desenvolvendo formas de utilizar a diversidade em sua sobrevivência, destacando-se o uso com fins medicinais, sendo,

¹ Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB); cintiarmod@ufrb.edu.br

² UFRB; franceli@ufrb.edu.br

³ Universidade Estadual de Campinas, CPQBA; glyn@cpqba.unicamp.br

portanto, relevante a grande diversidade cultural brasileira. A diversidade em termos de estrutura e de propriedades químicas de substâncias biologicamente ativas e potencialmente úteis ao homem, encontradas nas plantas medicinais nativas de diversas regiões do país, principalmente no Nordeste, é imensurável e podem representar novas possibilidades no tratamento de doenças e novas fontes de renda as populações locais, com desenvolvimento de produtos.

O consumo pela população urbana das espécies medicinais tem aumentado consideravelmente nas últimas duas décadas. Contudo, existem grandes entraves na utilização das plantas medicinais pela indústria farmacêutica, pois a maior parte da matéria prima da indústria é proveniente do extrativismo, podendo ocasionar dessa maneira a extinção da espécie. Além disso, o extrativismo não garante a quantidade e a qualidade necessária da matéria-prima (YAMAMOTO, 2006).

O cultivo de espécies medicinais e o desenvolvimento de sua cadeia produtiva ainda estão restritos a poucas espécies, pois este é um mercado em desenvolvimento, o que torna a produção ainda insuficiente.

Muitas espécies medicinais da caatinga são amplamente conhecidas e usadas na medicina popular e, vendidas como produtos fitoterápicos. Entre elas estão a *Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A.C. Smith. (Cumaru), *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (Angico), *Bauhinia cheilantha* (Bongard) Steudel (pata-de-vaca ou mororó), *Cereus jamacaru* D.C (mandacaru), *Erythrina velutina* Willd. (mulungu), *Maytenus rigida* Mart. (Bom-nome), *Myracrodruon urundeuva* (Engl.) Fr. All. (Aroeira), *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. e Schult.) T.D. Penn., (quixaba) (ALMEIDA & ALBUQUERQUE, 2002; ALBUQUERQUE *et al.*, 2007a). Algumas dessas espécies têm atividade comprovada cientificamente, como por exemplo: a avaliação farmacológica de *Myracrodruon urundeuva* revelou atividade cicatrizante (RODRIGUES *et al.*, 2002); e para *Amburana cearensis* foi observado efeito broncodilatador (LEAL *et al.*, 2000).

A *Erythrina* sp conhecida popularmente como mulungu, canivete, suinã, árvore de coral, flor de coral, corticeira, mulunguda-catinga (LORENZI, 2002). Apresenta a sinonímia botânica: *Coralodendron velutinum* Willd., *Erythrina aculeatissima* Desf., *Erythrina splendida* Diels e *Chirocalyx velutinus* Walp. (LORENZI,

2002). Pertence à família Fabaceae (Leguminosae – Papilionoideae) está distribuída em todo o mundo, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais.

As plantas pertencentes ao gênero *Erythrina* se destaca por produzirem alcalóides tetracíclicos, do tipo eritrina, e possuem em sua composição química flavanóides, isoflavanóides, cumarinas e saponinas (CUNHA *et al.*, 1996). Seus alcalóides possuem efeitos cardiovasculares, calmante, sedativa e os flavanóides e isoflavanóides apresentam atividades bactericidas e antifúngicas (AMER *et al.*, 1991; NKENGFAK *et al.*, 2000).

O gênero *Erythrina* possui cerca de 110 espécies catalogadas, sendo 70 são nativas da América (VASCONCELOS *et al.*, 2003), dentre as quais podemos citar *Erythrina verna*, *Erythrina piscidia*, *Erythrina americana*, *Erythrina crista-galli*, *Erythrina falcata*, *Erythrina mulungu* e *Erythrina velutina*. Na América do sul, estas espécies são encontradas em países como Argentina, Bolívia, Paraguai, Guiana, Guiana Francesa, Colômbia, Panamá e Peru. No Brasil, há cerca de doze espécies encontra-se amplamente disseminada em diversos biomas, principalmente Mata Atlântica, Cerrado. Dentre as espécies mais conhecidas estão a *E. velutina* e

E. mulungu, por possuírem interesse social e econômico, além de disso, a *E. mulungu* pertence a Relação Nacional de Plantas de Interesse ao Sistema Único de Saúde (RENISUS) e patente registrada na indústria farmacêutica no tratamento da ansiedade.

A *Erythrina mulungu* Mart. ex Benth., espécie nativa da parte central do Brasil ocorre desde São Paulo e Mato Grosso do Sul até Tocantins e Bahia, é uma espécie com diferentes propriedades farmacológicas, sendo utilizada principalmente como sedativa e hipotensiva (LORENZI; MATOS, 2002), pela indústria farmacêutica, utilizada no tratamento da ansiedade. O extrato de suas folhas e de suas inflorescências, bem como tinturas dessas partes, compõe formulações fitoterápicas nacionais e internacionais, porém poucos são os estudos farmacológicos, clínicos e toxicológicos que estabeleçam padrões de qualidade nas diversas preparações utilizadas.

CARVALHO (2008), relata que a etimologia do mulungu, ou seja o nome genérico *Erythrina* vem do grego *erythros*, que significa “vermelho”, referindo se a cor das flores, o epíteto específico velutina tem origem no latim, devido ao fato da folha apresentar delicados e macios pelos. O nome vulgar mulungu é de origem

tupi, mussungú ou muzungú e do africano mulungu que significa “pandeiro”, pois a batida no tronco da planta emite o som de oco.

A espécie *E. velutina* nativa da região Nordeste brasileiro, floresce na primavera podendo chegar a 12 metros de altura (LORENZI, 2002). Possui semelhança a forma de uso da *E. verna* no uso tradicional pela ação sudorípara, sedativa (Rabelo, 2001), nos tratamentos de ansiedade agitação e insônia (RAUPP *et al.*, 2008). A infusão das cascas é utilizada, principalmente no nordeste, pelas propriedades sudorífica, calmante, emoliente, peitoral, anestésica local, tosses e bronquites, bem como contra verminoses e hemorróidas. E o decocto é usado em acelerar a maturação de abscessos gengivais (LORENZI & MATOS, 2002).

Estudos químicos da casca do caule de *E. velutina* levaram ao isolamento de inúmeras moléculas, como alcaloides e flavonoides (VIRTUOSO, 2005; CABRAL, 2009). O uso de extratos da casca do caule de *E. velutina* demonstraram atividades antiinflamatória, antinociceptiva, anticonvulsivante e ansiolítica em testes em roedores (MARCHIORO *et al.*, 2005; VASCONCELOS *et al.*, 2007).

As espécies *E. velutina* e *E. verna*, possuem potencial de produção de biomassa vegetal, devido a facilidade de propagação. A árvore é

extremamente ornamental, principalmente quando em flor, tal fato tem estimulado seu uso no paisagismo, principalmente na arborização urbana. Outras potencialidades desta espécie é que são utilizadas como cerca viva pela facilidade de enraizamento por estacas e como leguminosas, possuem o benefício do processo de fixação biológica de nitrogênio, além de serem de grande valia em sistemas agroflorestais, principalmente no sombreamento de café e cacau.

São espécies recomendadas na recuperação de matas ciliares, em programas de ecossistemas degradados, na manutenção da fauna silvestre, pois suas flores atraem as aves por alimentar-se do néctar (LORENZI, 1992) podendo ser utilizadas na estruturação de interações ecológicas no meio em recuperação, potencializando o seu uso agrícola em manejo de sistemas agrícolas. A madeira é leve macia e pouco resistente aos agentes decompositores, no entanto, pode ser utilizada na confecção de jangadas, brinquedos, palitos de fósforo, mourões e caixotaria.

Durante a prospecção em mudas de *Erythrina velutina* no distrito de São Cristovão, Estado de Sergipe, Brasil, a ocorrência de ácaros tetraniquídeos foi observada em 15% das mudas que foram levadas ao laboratório para a caracterização dos danos. As mudas

apresentavam sintomas de redução e encarquilhamento do limbo. Os ácaros foram identificados como pertencentes à espécie *Tetranychus neocaledonicus* (Acari: Tetranychidae). Este é o primeiro relato em *E. velutina*, como hospedeira para *T. neocaledonicus* no Brasil.

O gênero *Erythrina* destacam-se entre as plantas medicinais, pelos efeitos no sistema nervoso central e a utilização como tranquilizante. Estudos farmacológicos realizados em diferentes laboratórios brasileiros têm demonstrado atividades antinociceptiva, ansiolítica/sedativa, relaxante muscular e antibacteriana de extratos de *Erythrina velutina* (MARCHIORO *et al.*, 2005; DANTAS *et al.*, 2004; VASCONCELOS *et al.*, 2004; VIRTUOSO *et al.*, 2005; SANTOS *et al.*, 2007).

Potencialidades do Mulungu: etnobotânica e etnofarmacologia no desenvolvimento de produtos e inovação

O uso das plantas medicinais é uma prática terapêutica que sempre acompanhou o ser humano ao longo da história. De acordo com Laplantine & Rabeyron (1989), esse uso medicinal das plantas faz parte da medicina popular, que deve ser entendida como uma das práticas da medicina paralela, que engloba, de forma não-

sistematizada e, muitas vezes, sem comprovação científica, imensa variedade de métodos terapêuticos tradicionais, fundamentados em conhecimentos e habilidades que se inscrevem no âmbito do empirismo médico. Esse conhecimento é transmitido, essencialmente, de forma oral e gestual pelas famílias, através das sucessivas gerações.

Caballero (1979) conceitua a Etnobotânica como uma ciência que estuda a relação do homem com as plantas, chama-a de interdisciplinar por compreender o estudo e a interpretação do conhecimento, cultural, manejo e usos tradicionais das espécies vegetais. Segundo Alexiades (1999), a etnobotânica estuda das sociedades a temporal, e suas interações genéticas, ecológicas, evolutivas, culturais e simbólicas com a flora. A etnofarmacologia utilizada como estratégia na investigação de plantas medicinais consiste em combinar informações adquiridas junto a usuários da flora medicinal (comunidades e especialistas tradicionais), com estudos químicos e farmacológicos, torna-se um exemplo de interdisciplinaridade (ELIZABETSKY, 2003; ALBUQUERQUE, 2005), utilizando-se de espécies consagrada pela tradição popular e uso contínuo (AMORO, 1996), diminui o custo e o tempo de desenvolvimento de um novo fitoterápico.

Com o decorrer dos anos a etnobotânica passou a estudar não apenas o potencial econômico das plantas utilizadas por grupos humanos, mas da inter-relação homem-planta.

Devido a sua natureza interdisciplinar, esta ciência vem permitindo agregar colaboradores de diferentes ciências e apresenta metodologias diversas, originárias tanto das ciências biológicas quanto humanas. Inclui também técnicas de diversas disciplinas como economia, linguística, ecologia, antropologia, farmacologia e fitoquímica (PRANCE, 1991; ALBUQUERQUE, 2005).

Tradicionalmente, espécies de *Erythrina* são utilizadas entre diferentes comunidades em várias doenças. A casca de *E. fusca* e *E. indica*, por exemplo, tem sido utilizada no tratamento de febre, malária, reumatismo, dor de dente, furúnculos e fraturas e as raízes para beribéri. No Quênia, uma mistura de cascas secas de *E. abyssinica* tem sido utilizada no tratamento de tracoma (interno) e elefantíase (externo) e as suas raízes são malária e sífilis, enquanto a casca do caule verde martelado é tomado como anti-helmíntico.

O extrato aquoso de flores de *E. americana* têm sido usado no México no tratamento de insônia. As sementes das espécies de *Erythrina* são conhecidas por conterem alcalóides tóxicos, como

anticoagulante, que podem ser de valor no tratamento de trombose. As sementes, caule, raiz e casca de algumas espécies de *Erythrina* têm sido utilizadas também para entorpecer os peixes, como narcótico, purgativo, e diurética, enquanto que as sementes trituradas de alguns têm sido utilizadas como veneno para ratos. Várias das espécies mais comuns são usadas para fins decorativos em jardins e ruas da cidade (MAJINDA *et al.*, 2004).

A *Erythrina verna*, nativa do sudeste brasileiro, é um exemplo do uso de plantas do gênero *Erythrina* na medicina popular, sendo usada como agente tranquilizante (VASCANCELOS *et al.*, 2004; RIBEIRO *et al.*, 2006; CRAVEIRO *et al.*, 2008).

A *E. velutina* é conhecida na medicina tradicional por suas propriedades sedativa, calmante de tosses e bronquite, sudorípara e emoliente, atribuídas à infusão de sua casca, e a ação anestésica local, ao fruto seco. Também é utilizada no tratamento de verminoses e hemorróidas (LORENZI & MATOS, 2002; CARVALHO, 2008).

O interesse farmacológico por essa espécie é evidenciado pelo grande número de pesquisas realizadas a fim de isolar compostos com propriedades medicinais. Foram demonstradas em *E. velutina*

atividades como o efeito analgésico e anti-inflamatório (VASCONCELOS *et al.*, 2003); ansiolítico, através do extrato hidroalcoólico da entrecasca do caule (VASCONCELOS *et al.*, 2004; RIBEIRO *et al.*, 2006). As ações sedativas e bloqueadoras neuromusculares do extrato aquoso de folhas, em altas e baixas doses, interferem em processos mnemônicos (DANTAS *et al.*, 2004). As plantas do gênero *Erythrina* são conhecidas por produzirem alcalóides, flavonóides, isoflavonóides e outras substâncias. Estudos tem comprovado sua ação como agentes antimicrobianos que pertencem a várias classes estruturais de flavonoides (TELIKEPALLI *et al.*, 1990, p.2005). Raízes de *Erythrina variegata* demonstraram atividade contra *Staphylococcus aureus* e *Mycobacterium smegmatis* (TELIKEPALLI *et al.*, 1990).

Os alcalóides também possuem efeitos cardiovasculares e os isoflavonóides e flavonóides apresentam atividades bactericidas e antifúngicas e inibem agregação plaquetária (NKENGFACK *et al.*, 2000).

A atividade em *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus pyogenes* (VIRTUOSO *et al.*, 2005) e a ação anticolinesterásica do extrato aquoso e da fração alcalóides das folhas (ESTEVAM *et al.*, 2007),

confirmam, em alguns casos, as propriedades conhecidas pela medicina popular nesta espécie.

Estudos realizados com a *E. velutina* tem permitido o isolamento de novos compostos, e alguns deles nunca tinham sido isolados de uma planta dessa espécie, ou até mesmo da família Fabaceae (RABELO *et al.*, 2001; CABRAL, 2009), atribuindo assim novas propriedades a esta espécie. Da *Erythrina velutina* isolou-se a (+)-eritralina e a (+)-eritratina (AMER; SHAMMA; FREYER, 1991, p.336 e 348) e o fracionamento químico das cascas de *Erythrina velutina* levou a faseolidina e homoesperetina, sendo que a última ainda não havia sido isolada em plantas da família FABACEAE (RABELO *et al.*, 2001, p.543), também a erivelutinona (2',4'-dihydroxy-6-prenyl-7-methoxyisoflavanone) semelhante a goma marrom-amarelada e a 3'-O-metilsigmoidina (DACUNHA *et al.*, 1996).

Nas duas últimas décadas, mais de cinquenta flavonóides foram isolados de várias partes de cerca de quinze espécies do gênero *Erythrina*, sendo que a larga ocorrência de flavanonas preniladas, isoflavonas, pterocarpanos e saponinas triterpenóides dentre os derivados não-alcaloídicos é uma importante característica química (NKENGFACK *et al.*, 1994).

Com os estudos apresentados verifica-se grande potencial biotecnológico da espécie na produção de fitoterápicos, fitofármacos e fitomedicamentos. Em junho de 2006 foi aprovado o Decreto número 5.813 que institui a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos cujo objetivo principal é garantir à população brasileira o acesso seguro e o uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos, promovendo o uso sustentável da biodiversidade, o desenvolvimento da cadeia produtiva e da indústria nacional.

É importante relatar também, o despertar pelos cuidados com a saúde e o despertar do interesse da comunidade em usar e preservar a flora, pois diante de resultados incontestáveis e de orientações no uso seguro das plantas, observa-se uma quebra da resistência quanto ao uso da medicina alternativa (Rodrigues et al. 2004).

O gênero *Erythrina* possui diversas potencialidades de uso, com perspectivas de descoberta de novos ativos e bioativos no desenvolvimento de novos produtos para diversos mercados, podendo ainda ser utilizada com potencial de diversificação em áreas de produção agrícola, por suas propriedades de interação ecológica com o meio.

Prospecção tecnológica de *Erythrina* sp.

Valéria Melo Mendonça¹

A *prospecção* ou *prospectiva tecnológica*, ou simplesmente *foresight*, é um processo sistemático de verificar possibilidades de desenvolvimento futuro para a ciência, a tecnologia, a economia, o meio ambiente e a sociedade. Estudos realizados pela Central de Estudos Estratégico: Ciência, Tecnologia e Inovação, faz um resgate histórico sobre dos conceitos de um estudo prospectivo, cujo mesmo relata que Coates (1985), traça uma definição clássica, designando-a como processo mediador de uma compreensão mais plena das forças que moldam o futuro e que devem ser consideradas na formulação de políticas, planejamento e na tomada de decisões. E ainda que conforme Horton (1999), o desenvolvimento de visões e possíveis caminhos para um melhor futuro é construído e planejado por ações do presente.

Já segundo Hamel & Prahalad (1995), numa visão mais empresarial entendem o *foresight* como uma previsão de futuro

¹Instituto Federal de Sergipe; vmm.se@hotmail.com

fundamentada em uma percepção das tendências cotidianas, da tecnologia, da demografia e geopolítica, buscando sempre inovar traçando metas. Por fim, Martin e seus colaboradores (1998) definem foresight como um processo sistemático avaliador que tem por objetivo identificar as áreas de pesquisas estratégicas e as tecnologias emergentes que possuam fatores de viabilidade e rentabilidade.

Mas somente a globalização proporcionou um real movimento sobre a forma de se fazer ciência, tecnologia e inovação. Evidenciando assim, uma concorrência na produção não somente dentro das universidades quanto nas indústrias, promovendo muitas vezes o convênio entre as duas entidades, sendo este um dos fatores mais importantes para a alteração dos padrões concorrenciais, obtendo a inovação como elemento central (COELHO, 2003).

Em 2000, os seguintes órgãos brasileiros, Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e o Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CCT) dão o pontapé inicial a este processo ao realizar o primeiro grande estudo de prospecção tecnológica nacional, designado Estudo PROSPECTAR, objetivando servir de fonte de conhecimento, debate e reflexão sobre a capacidade tecnológica do país, inserindo-se nas

atividades de planejamento da política governamental e do setor privado (OLIVEIRA, 2009).

Prospecções tecnológicas vegetais traduzem a alta relevância das pesquisas científicas e tecnológicas, pois, permite o conhecimento científico, socioambiental e tecnológico de uma determinada espécie direcionando às pesquisas inovadoras e mais abrangentes. A investigação sobre as espécies vegetais, com o advento da Etnobotânica e Etnociência, sugerem novas diretrizes e paradigmas para contribuição em evoluções biotecnológicas e de desenvolvimento sustentável, além de permitir a valorização da biodiversidade do país e fomentar os registros e certificações de novos produtos, tais como fármacos e suplementos de grande importância na Saúde Pública.

Os estudos etnobotânicos para registro de plantas, seus usos e formas terapêuticas servem de base para a ciência aplicada, principalmente no campo da Etnofarmacologia, que advém dos estudos fitoquímicos e farmacológicos (FERRO, 2008). As propostas e implicações etnobotânicas possibilitam várias situações de desenvolvimento científico atuando em vários setores, entre eles estão o campo social, educacional, econômico, ambiental e o da saúde.

No Brasil, as pesquisas e a busca do desenvolvimento sustentável propiciou a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, que trata do reconhecimento do conhecimento tradicional com o uso de plantas medicinais. A aprovação da Resolução RDC nº 48 (16 de março de 2004) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) que regulamenta o registro de medicamentos fitoterápicos e a inclusão e adoção de alguns fitoterápicos nas farmácias do SUS em 2006, o que ocasionou uma ascensão das pesquisas nesta área.

Assim como o mulungu, existem milhares de plantas cujas propriedades medicinais, alimentícias e industriais são pouco estudadas. Para um país desenvolvido e com ampla diversidade vegetal não se justifica a não utilização de tamanha riqueza em substituição aos produtos importados.

Este capítulo foi desenvolvido no intuito da conscientização sobre a importância da perspectiva vegetal, objetivando a construção de um panorama atual e das perspectivas sobre a espécie em questão, *Erythrina* sp. (mulungu), além de propiciar a inovação e o fortalecimento de novas políticas industriais e econômica.

Prospecção Tecnológica *Erythrina mulungu* e *Erythrina velutina*

Na busca de ressaltar a magnitude deste estudo foram analisados os dados indexados e suas interações em caráter científico, tecnológico e social. As informações apresentadas a seguir estão em conformidade ao levantamento, análise e interpretação de dados em bases científicas e tecnológicas registradas em depósitos patentários e publicações no Portal de Periódicos da Coordenação em Aperfeiçoamento de Nível Superior (CAPES; <http://www.capes.gov.br>), nas suas principais bases de dados, como o *Scientific Electronic Library Online* (SciELO; www.scielo.br) desenvolvido para responder às necessidades da comunicação científica nos países em desenvolvimento e particularmente na América Latina e Caribe; a *Web of Science* (<http://wokinfo.com/>), de cobertura multidisciplinar, com revistas de investigação mais prestigiadas e de alto impacto do mundo, e *Scopus* (<http://www.scopus.com>), ferramenta de navegação que inclui a maior coleção mundial multidisciplinar de resumos, referências e índices da literatura científica, técnica e médica.

Quanto a pesquisa por patentes, as bases de dados para depósitos patentários utilizadas foram o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI; <http://www.inpi.gov.br>), a Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO; <http://www.wipo.int>), o Banco Europeu de Patentes (EPO; <http://www.epo.org>), o Banco Americano de Marcas e Patentes (USPTO; <http://www.uspto.gov>), e Patentes Internacionais em Português e Espanhol (LATIPAT; <http://lp.espacenet.com>).

Segundo o USPTO, uma patente é um direito de propriedade concedidos pelo Governo a um inventor “de excluir outros de fazer, usar, colocar à venda, ou vender a invenção no país ou importar a invenção para outros por um tempo limitado, em troca de divulgação pública de sua invenção quando a patente é concedida”. Esse direito de propriedade intelectual garante ao país e ao cientista o usufruto de um produto desenvolvido após a dedicação de vários anos de pesquisa e estudos, além de garantir benefícios comerciais para o país.

Os dados prospectados contemplam registros até março de 2014, e as palavras-chave utilizadas nas buscas, em todas as bases de dados aqui relatadas, foram as mesmas: Mulungu, *Erythrina* sp., *Erythrina*

mulungu e *Erythrina velutina*, foram considerados todos os documentos que apresentaram esses termos no título e/ou no resumo.

É muito importante realizar a pesquisa utilizando as palavras corretas que proporcione maior aprofundamento de conhecimentos e que minimize o risco de deduções e conclusões errôneas, para isto devemos também saber identificar quais as bases de dados adequada ao tipo de informação que se pretende analisar. Um exemplo disso, ocorre quando pesquisamos somente a palavra Mulungu, em sites diversos e redes sociais, podendo resultar em estudos em outras espécies que não a objetivada, ou resultados inesperados como a existência de dois municípios com este mesmo nome, nos estados da Paraíba e Ceará, e um outro no estado da Bahia denominado Mulungu do Morro, ambos no Brasil. E ainda alguns desencontros, tais como nome de assentamentos, agências, rios, projetos e outros.

Os estudos sobre a *Erythrina* sp. antecedem o ano de 1958, ao analisar os dados fica implícito que somente após maior aprofundamento de conhecimento sobre o gênero é que surgem os primeiros registros sobre as espécies, primeiro foi a *E. velutina* em 1978 se estendendo até 2005, e somente em 2007 surgem as primeiras pesquisas sobre o Mulungu que se seguem até a atualidade (Figura 29).

Percebe-se ainda que os registros para o epíteto genérico (Mulungu) e para o específico (*Erythrina mulungu*) apresentam-se em números similares, deste modo deduz-se que quando pesquisamos pelo o nome mulungu, ou seja, pelo conhecimento popular estamos indiretamente pesquisando apenas sobre uma única espécie do gênero *Erythrina*. Verificou-se também que existem 23 artigos, 3 artigos de jornal e 1 resenha que tratam destas duas palavras-chave, não havendo nenhum registro na CAPES de livros sobre o mulungu (Figura 30).

- CNPq (11)
- CAPES (10)
- FAPEMIG (3)
- FAPESP (2)
- FAPERGS (1)
- FAPERJ (1)
- FUNDECT (1)

Prospecção tecnológica de *Erythrina* sp.

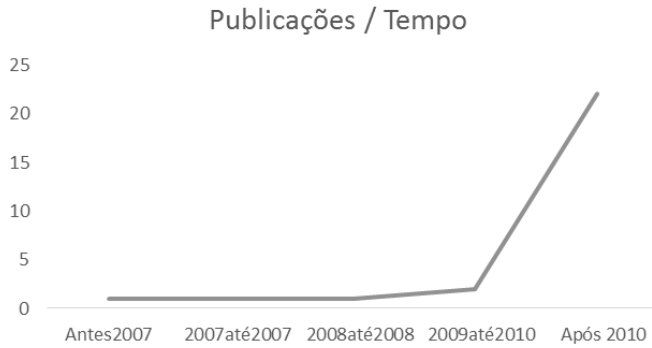


Figura 29. Número de publicações sobre *Erythrina mulungu* no portal de periódicos da Capes registrados até março de 2014.

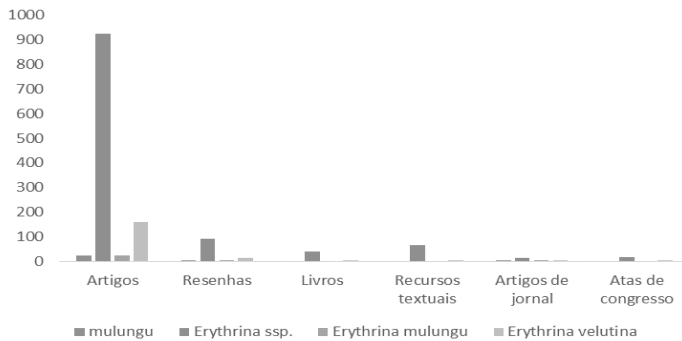


Figura 30. Publicações por palavras-chave e tipo de recurso registradas no portal de periódicos da Capes até março de 2014.

Cuda, JP (4 +)

1. Cuda, James P (5 +)
2. Diaz, Rodrigo (2 +)
3. Ewe, S M L (2 +)
4. Ferreira, Larissa (2 +)
5. Foate, Eileen (2 +)
6. Gomes da Camara, Claudio Augusto (3 +)
7. Gomes, F S (3 +)
8. Guadagnin, Rafael C (2 +)
9. Habeck, DH (3 +)
10. Johann, Susana (4 +)
11. Lago, Joao Henrique G (4 +)
12. Lopes, Gisely C (2 +)
13. Manrique, V (2 +)
14. Manrique, Veronica (6 +)
15. Mc Kay, Fernando (4 +)
16. Medal, JC (3 +)
17. Moore, Janet (2 +)
18. Oleiro, Marina (4 +)
19. Oliveira, Edilson Batista de (2 +)
20. Overholt, W A (8 +)
21. Overholt, William A (4 +)
22. Paiva, P M G (3 +)
23. Pedrosa Macedo, J H (2 +)
24. Pizzolatti, Moacir G (2 +)
25. Raffin, Fernanda N (3 +)
26. Rossato, Marcelo (2 +)
27. Santana, Jeferson S (2 +)
28. Santos, Gedir de Oliveira (2 +)
29. Sartorelli, Patricia (3 +)
30. Shetty, Kateel G (2 +)
31. Vitorino, MD (3 +)
32. Vitorino, Marcelo Diniz (2 +)
33. Watzlawick, Luciano Farinha (2 +)
34. Wheeler, G S (6 +)
35. Wheeler, Gregory S (4 +)
36. Williams, D A (6 +)
37. Winckler, Marcos Vinicius (2 +)
38. Zanini, Surama Freitas (4 +)
39. da Silva, Adalberto M (2 +)
40. da Silva, Maria Aparecida (3 +)
41. de Oliveira, Jose Vargas (2 +)
42. de Resende, Maria Aparecida (2 +)
43. de Rezende, Igor Mendonca (2+)

Hide last 45 ▲

Existem registros na livraria da Embrapa (<http://www.embrapa.br>) sobre livros direcionados para as crianças e jovens denominados “O Mulungu” e “O Mulungu e seus amigos rizóbios”, que foram lançados na VI Exposição de Tecnologia Agropecuária – Ciência para a Vida, realizada no mês de setembro de 2008, em Brasília-DF. Provavelmente, este seja um dos primeiros livros acadêmico-científico destinado a caracterização da espécie em questão.

Os títulos mais encontrados para *E. mulungu* foram as palavras anticonvulsivantes, ocorrendo quatro vezes, seguidos por fitoterapia, flores, extratos de plantas, semi-árido e alcalóides, ambos com três ocorrências. Enquanto para Mulungu as mais frequentes foram Tanzania com dezesseis ocorrências, nove para alcalóides e seis para roedores (Figura 31).

Os autores que mais publicam sobre o mulungu (*E. mulungu*) são: Amanda Salomão Gavin, Helene Aparecida Fachim, Alexandra O. Siqueira Cunha, Silmara Aparecida Faggion e Renê Oliveira Belebani. Mesmo diante de poucos registros de artigos existe uma uniformidade de distribuição entre as coleções, verificando-se que a espécie está indexada na Scopus (Elsevier)(15 publicações), Onefile (GALE)(10), Directory of Open Access Journals (DOAJ)(7), SciELO Brazil, MEDLINE, Sciverse (Elsevier) e SciELO (Crossref) (Figura 32).

Pensando a biodiversidade: mulungu (*Erythrina* sp.)

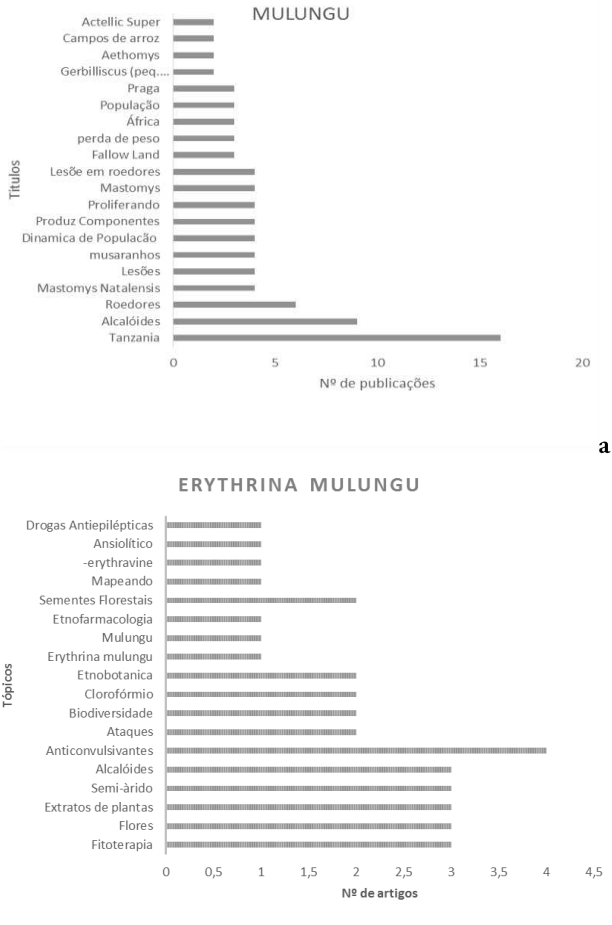


Figura 31. Publicações por tópicos registrados no portal de periódicos da Capes até março de 2014.

Prospecção tecnológica de *Erythrina* sp.

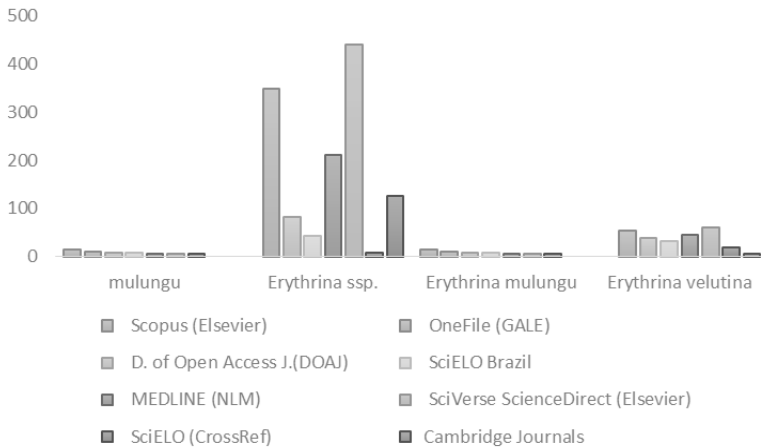


Figura 32. Publicações por coleção científico acadêmica registrados no portal de periódicos da Capes até março de 2014.

Os títulos de periódicos com maior publicação para a palavra mulungu são *Epilepsy & Behavior* com seis registros e três ocorrências na *Biotech Week*. O depósito de patentes no país apresentou resultados inexpressivos, pois, existem somente dois registros para Mulungu e um apenas para *Erythrina mulungu*, em consonância aos poucos registros acadêmicos, aos quais foram identificados apenas três publicações de origem brasileira. Segundo a Organização Mundial de Produção Intelectual (OMPI), o Brasil possui mais de 40 mil patentes em vigor, estando em 18º posição perante outros países (Tabela 13). No entanto, deste perfil apenas

5,78% está voltada à tecnologia em saúde e 6,13 % ao manejo de espécies (MENDONÇA *et al.*, 2014).

O maior número de documentos foi extraído da base de dados do WIPO (15) seguido pelo USPTO (6) e a LATIPAT (5), ficando por último o INPI com apenas 2 registros (Tabela 13). Todos os documentos de patentes do INPI foram publicados a partir de 1º de agosto de 2006 e estão disponíveis para consulta em sua forma integral, porém alguns documentos publicados entre 1982 e 1999, no entanto, nem todos estão disponíveis, esta documentação está hospedada no site do Escritório Europeu de Patentes (MENDONÇA *et al.*, 2014).

As patentes registradas pela WIPO, USPTO e EPO são de modo geral envolvidas na revelação de compostos químicos e farmacêuticos, por meio da tecnologia analítica baseada na pirólise acoplada à cromatografia de massa, além do tratamento de transtornos da ansiedade, estimulante energético, inibidor de apetite, tônico capilar, e a prevenção e melhoria da pigmentação resultantes de queimaduras solares, manchas, sardas, cloasmas e etc. O LATIPAT acrescenta registro também no processo de conservação de sementes com duração permanente para germinação no futuro (Figura 33).

Tabela 13. Patentes depositadas por base de dados e palavras-chave até março de 2014.

Palavras-chave	INPI	WIPO	EPO	USPTO	LATIPAT
Mulungu	2	15	6	0	5
<i>Erythrina</i> sp.	0	1	0	6	0
<i>Erythrina mulungu</i>	1	10	0	0	0
<i>Erythrina velutina</i>	0	1	0	3	0

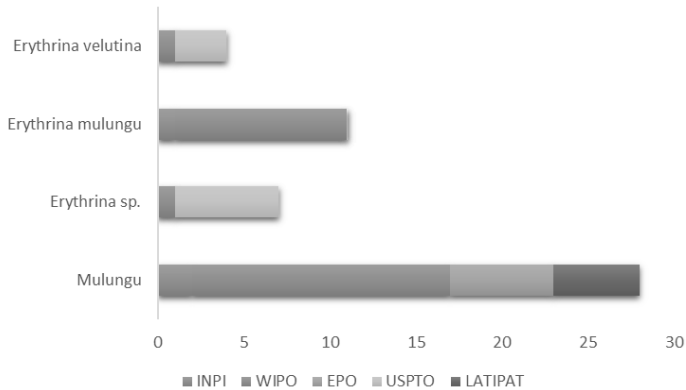


Figura 33. Número de registros patentários nas bases de dados do INPI, WIPO, EPO, USPTO e LATIPAT, em depósitos registrados até março de 2014.

A instituição que mais se destacou em patentear produtos à base de Mulungu foi a Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), representada muitas vezes pelo inventor Vanderlan da Silva Bolzani. Enquanto os inventores e a instituição a frente das

patentes são brasileiras, a empresa que se destaca é Japonesa, a Shiseido®, e trabalha com a linha de cosméticos, representados aqui pelo tônico capilar e pela loção inibidora e redutora de manchas dermatológicas provenientes do sol e da idade.

Enquanto isto, a *E. velutina* aparece para WIPO como fitoterápico para tratamento de transtornos da menopausa e para USPTO e útil no método preventivo e tratamento oral e das desordens gastrointestinais.

Conforme dados analisados do USPTO, quando tratava-se do gênero *Erythrina* os registros eram da utilização de inibidor recombinante a partir de *Erythrina caffra* para a purificação de proteases de serina, porém, quando o termo era *E. velutina* o foco passava a ser o método de utilização de lecitinas para a prevenção e tratamento de distúrbios do trato gastrointestinal (Tabela 14).

O primeiro processo, cujo título Tecnologia Analítica baseada na pirólise acoplada a Cromatografia Gasosa/Espectrometria de massa para caracterização e obtenção de compostos químicos a partir de extratos de *Erythrina mulungu* Linne secos por nebulização, foi registrado por Rui Oliveira Macedo (BR/PB), classificação C07C 4/04; C07C 7/135; G01N 30/72, é segundo resumo indexado ao INPI uma invenção que proporciona a utilização da tecnologia analítica baseada na pirólise para a obtenção de produtos de

decomposição dos constituintes dos extratos secos nebulizados de *Erythrina mulungu* Linné separação desses compostos por cromatografia gasosa e identificação por espectrometria de massa, fornecendo uma caracterização dos extratos na faixa de temperatura de 350 a 750<198> C, constando de um total de 167 compostos químicos obtidos.

Tabela 14. Patentes depositadas por base de dados e palavras-chave até março de 2014.

Processo	Título das Patentes	Depósito de Patentes
PI 0800530-3	Tecnologia analítica baseada na pirolise acoplada a cromatografia gasosa/espectrometria de massa para caracterização e obtenção de compostos químicos a partir de extratos de <i>Erythrina mulungu</i> Linne secos por nebulização.	01/02/2008
PI 0516144-4	Extrato hidroalcólico de <i>Eritrina mulungu</i> , composições farmacêuticas e processos para produzir essas substâncias.	20/10/2005

Fonte: INPI (Março, 2014).

Já o segundo processo intitulado Extrato hidroalcólico de *Erythrina mulungu*, composições farmacêuticas e processos para produzir essas substancias, cujo depositante é a Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho-UNESP (BR/SP), de classificação internacional A61K 36/48 ; A61K 31/4748, o INPI

descreve que a invenção proporciona o uso de moléculas para a modulação dos sistemas colinérgico e/ou serotoninérgico, sendo reveladas composições farmacêuticas compreendendo 11-OH-eritravina, eritravina, eritrartina, seus isómeros, sais, derivados e/ou solvatos farmacêuticamente aceitáveis dos mesmos, opcionalmente contendo outros derivados eritrínicos, para o tratamento de distúrbios da ansiedade, e ainda, processos de obtenção das referidas composições farmacêuticas também são revelados .

Prospecção, tecnologia, inovação e saúde

Diante do exposto, verifica-se um direcionamento do uso do mulungu em áreas da saúde. E em virtude disto, foi realizada uma prospecção na base de dados do LILACS (Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde; <http://lilacs.bvsalud.org>) por meio da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Nesta base existem 21 artigos publicados para o termo Mulungu e 14 para a espécie *E. mulungu*, em ambos a existência de 3 projetos, sendo destes os termos ou assuntos principais foram ansiedade, comportamento animal, *Erythrina*, ansiolíticos e extratos vegetais para os dois epítetos pesquisados (Figura 34).

Ao pesquisar as mesmas palavras no portal da Anvisa (<http://www.anvisa.gov.br>), seja pela busca rápida ou pelo bulário eletrônico, não foram encontrados registros. Porém, ao fazer a mesma pesquisa em sites de busca rápida ou de bulas medicamentosas, identificou-se a existência de vários medicamentos constituídos a base de *E. mulungu*. Alguns exemplos são os manipulados combinados a outras plantas, como é o caso da cidreira, camomila e o maracujá, e os comerciais como o Calmapax[®] da empresa Delta, o Passaneuro[®] da Bunker, o Maracugina[®] da Hipermercado S/A, estes registrados no Ministério da Saúde como medicamento fitoterápico do qual não há necessidade de prescrição médica, mesmo devendo ser indicado pelo médico, pois qualquer droga possui efeitos colaterais.

Pensando a biodiversidade: mulungu (*Erythrina* sp.)

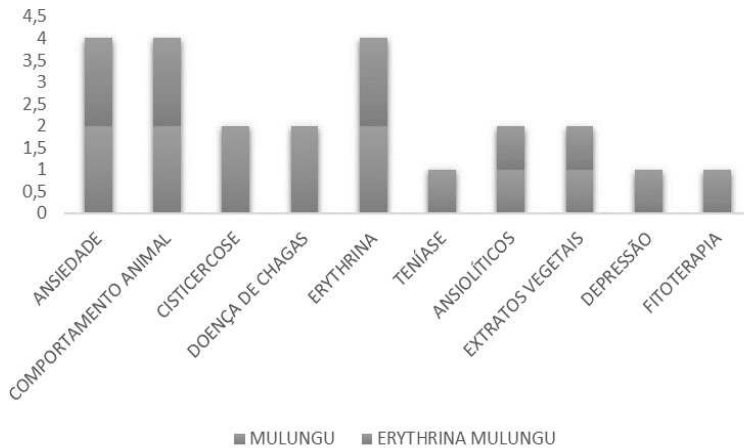


Figura 34. Publicações por assunto principal ao utilizar as palavras-chave Mulungu e *Erythrina mulungu* em registros no portal de pesquisa da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS/LILACS) até março de 2014.

Ainda analisando estes dados, verificou-se que alguns bulários apresentavam a seguinte informação “Produto fitoterápico em estudo para avaliação científica das indicações terapêuticas e da toxicidade. O uso deste produto está baseado em indicações tradicionais”, e outros apresentavam “Bula aprovada pela ANVISA”. Os metadados permeiam um conflito de ingerências entre órgãos quando falamos sobre interlocução para órgãos reguladores.

A maioria dos medicamentos fitoterápicos não apresentaram dados de registro em órgãos competentes, e os que apresentavam

referiam-se ao Ministério da Saúde e nenhum ao da Anvisa, talvez isto se deva ao fato da recente aprovação da resolução que regulamenta o registro dos fitoterápicos em tal agência. Já que uma das etapas iniciais do processo regulatório, na Anvisa, é a exigência de comprovação do uso tradicional em no mínimo 20 anos, se analisarmos os dados da BVS (Figura 35) perceberemos que o avanço do estudo sobre o mulungu é antecessor a este prazo, pois as pesquisas acadêmicas científicas da área de saúde iniciam-se a partir do ano 2000.

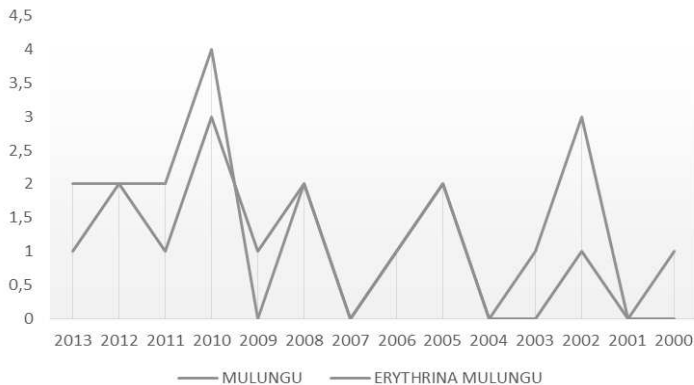


Figura 35. Publicação anual utilizando as palavras-chave Mulungu e *Erythrina mulungu* em registros no portal de pesquisa da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS/LILACS) até março de 2014.

Os mais recentes registros técnicos a despeito do futuro no país na área da inovação foram obtidos durante a realização dos Encontros Preparatórios do Fórum Mundial de Ciência, em diferentes capitais brasileiras, tais como: São Paulo, Belo Horizonte, Manaus, Salvador, Recife, Porto Alegre e Brasília. Onde foram discutidos temas transversais relacionados aos principais desafios da ciência no século XXI, nos contextos nacional e internacional, sendo eles: Educação em ciência; Difusão e acesso ao conhecimento e interesse social; Ética na ciência e Ciência para o desenvolvimento sustentável e inclusivo. Neste encontro, alguns representantes da ciência e da tecnologia traçaram através de seus relatos e experiência a visão do que devemos embutir na sociedade e nas academias, conforme trechos descritos abaixo:

“Segundo Adalberto Val, do INPA, C&T são necessárias para entrar no coração da floresta e buscar lá novos produtos e novos processos que permitam a inclusão social, permitam a geração de renda sem a destruição da floresta. Para isso, nós precisamos de energia, de comunicação e de saúde.”

“Para Claudio Ruy da Fonseca, do INPA, as leis de acesso ao patrimônio genético, por serem difusas e de aplicabilidade difícil, impõem obstáculos a iniciativas que poderiam ser bem-sucedidas. Projetos de empresas que visam à bioprospecção deveriam ter mais facilidades no sentido do aprimoramento das

propostas, nos casos de falhas, e não a negação categórica de licença. Há excesso de burocracia criada pelos órgãos fiscalizadores. Pedem relatórios que não levam à melhoria do sistema de C&T brasileiro e exercem forte pressão de cobrança por exigência de pormenores descabidos, considerou Fonseca.”

Com os resultados analisados, foi possível identificar o percentual de documentos e patentes depositados pela área acadêmica, empresas, instituições de pesquisa e pessoas físicas, além de identificar as rotas tecnológicas e empresas detentoras da referida tecnologias no Brasil. Permitindo assim traçar um panorama atual sobre o mulungu e em diante indicar prováveis estratégias de fomento a pesquisas sobre o mesmo. Este livro, por meio de métodos de coleta e análise de dados gera um grande mapa de conhecimentos sobre a espécie.

Pensando a biodiversidade: mulungu (*Erythrina* sp.)

Publicações acadêmicas sobre mulungu: subsídio para a conservação

Laura Jane Gomes¹; Débora Moreira de Oliveira² & Bruno Antônio Lemos de Freitas³

A Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (RENISUS) (BRASIL, 2009), com respaldo da lista de plantas medicinais regulamentadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2010), reconhecem a importância medicinal do mulungu (*Erythrina verna*) em formulações fitoterápicas para uso contra quadros leves de ansiedade e insônia, isto é, como calmante brando.

Ambas as listas, que deram visibilidade à diversas espécies populares medicinais, surgiram após a criação da Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (PNPMF), que tem por objetivo:

“garantir à população brasileira o acesso seguro e o uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos, promovendo o uso sustentável da biodiversidade, o desenvolvimento da cadeia produtiva e da indústria nacional” (BRASIL, 2006 - ANEXO I)

¹ Universidade Federal de Sergipe (UFS); laurabuturi@gmail.com

² UFS; d.oliveira.doc@gmail.com

³ UFS; brunoalf@hotmail.com

No entanto, a visibilidade culmina no aumento da exploração, trazendo consequências principalmente às espécies nativas, que são obtidas quase em sua totalidade de forma extrativista, o que coloca a espécie em risco de diminuição drástica dos estoques naturais visto que não se leva em conta fatores de regeneração, frequência e intensidade da coleta, entre outros (MING; FERREIRA & GONÇALVES, 2012).

Acerca da sustentabilidade do extrativismo, Homma (2012) afirma que esta atividade sofre diversas modificações relacionadas ao desenvolvimento tecnológico, ao surgimento de alternativas econômicas, à redução dos estoques e mudanças nos preços relativos, dentre outros fatores. Para o autor, de uma forma geral, as atividades extrativas têm um início e uma fase de expansão, seguidas de estagnação e declínio, tanto em relação ao tempo como à área espacial. Assim, alerta-se para o fato de que:

Nem sempre a sustentabilidade biológica garante a sustentabilidade econômica e vice-versa, e o crescimento do mercado tende a provocar o colapso da economia extrativa pela incapacidade de atender a demanda. É falsa a concepção de considerar todo produto não madeireiro como sustentável (HOMMA, 2012, p.167-168).

Um das alternativas apontadas como solução para pressão de uso gerada na base extrativista é a domesticação de espécies nativas. No entanto, a prática da silvicultura não é simples, e, segundo Valverde *et al* (2012), ainda que o Brasil possua uma das maiores riquezas em termos de biodiversidade, “a ciência florestal brasileira tem encontrado dificuldades na domesticação das espécies nativas para o plantio em larga escala” (p.12). Para o autor, a consolidação da silvicultura brasileira depende da busca por um novo paradigma que resulte em mudanças substanciais apoiadas e fomentadas por distintos segmentos, inclusive, o poder público.

Neste contexto, ao analisar os objetivos da PNPMF, é possível notar que o acesso seguro ao uso das plantas medicinais e fitoterápicos bem como o desenvolvimento da indústria nacional têm sido garantidos, porém, o uso sustentável e o desenvolvimento da cadeia produtiva das espécies têm sido deixados de lado.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi sistematizar o conhecimento científico produzido para as espécies *Erythrina velutina*, *E. verna* e *E. mulungu*, conhecidas popularmente como mulungu, a fim de compreender em quais áreas do conhecimento

científico têm sobressaído estudos, a fim de subsidiar estudos visando estratégias para a conservação.

Materiais e Métodos

Diante dos avanços tecnológicos as análises quantitativas têm sido facilitadas, avançando para novos campos de atuação, dentre eles, a medição da ciência. Hoje, o conhecimento científico pode ser medido de diversas maneiras, das quais, a mais recente é a webometria, que busca aplicar métodos informétricos à *World Wide Web*, onde há uma fonte inesgotável de recursos que podem ser visualizados tanto por usuários que buscam informação quanto por pesquisadores que se dispõem a analisar a estrutura e conteúdo da rede (VANTI, 2002).

No entanto, Vanti (2002) destaca que algumas dificuldades podem surgir em um estudo webométrico, principalmente com relação à natureza dinâmica dos dados na internet. Assim, para minimizar a ocorrência de problemas dessa ordem, a coleta de dados se deu em um curto espaço de tempo: no mês de fevereiro de 2014.

Para organização da coleta e análise de dados a pesquisa foi dividida em três etapas, detalhadas a seguir:

Etapa 1 – Visão geral do conhecimento

Foi realizada uma busca de todas as publicações científicas relacionadas às espécies “*Erythrina mulungu*”, “*Erythrina verna*” e “*Erythrina velutina*”, nos campos de pesquisa título, resumo e palavras-chave, entre aspas. Para tanto, utilizou-se das seguintes bases científicas e tecnológicas *online*: Periódicos Capes (utilizando a opção que exclui os documentos presentes nas três bases a seguir, que foram analisadas separadamente; <http://www.capes.gov.br>), Web of Science (<http://wokinfo.com>), Scopus (<http://www.scopus.com>) e *Scientific Electronic Library Online*- Scielo (<http://www.scielo.br>).

É importante ressaltar que a espécie *E. mulungu* é considerada sinônimo heterotípico de *E. verna* (LIMA, 2014), no entanto, como ambas ainda são utilizadas, optou-se por utilizar os dois epítetos específicos.

Nesta etapa foram detalhadas as buscas por base de pesquisa, destacando: tipo de documento, ano de publicação, linhas de pesquisa, idioma publicado, país de origem, dentre outros.

Para facilitar a sistematização das informações, criou-se uma chave de classificação com base na tabela de áreas de conhecimento

disponibilizada pela Capes (CAPES, 2014), visto que as bases de periódicos identificadas possuem classificações próprias que dificultam a integração dos dados para análise. Para tanto, o resumo de cada artigo levantado na busca foi lido para realizar o enquadramento.

Etapas 2 – Conhecimento popular em publicações científicas

Uma nova busca foi realizada para complementar os dados obtidos na primeira etapa com relação ao conhecimento popular associado às espécies de mulungu. Assim, foi utilizada a base de periódicos da CAPES, com a busca das palavras “ethnobotany”, “etnobotânica”, “traditional knowledge”, “conhecimento tradicional”, “popular knowledge”, “conhecimento popular” e mulungu, associadas em combinação às três espécies.

De posse dos resultados, foram averiguados: as regiões de “coleta” do conhecimento popular associado às espécies de mulungu, a caracterização das comunidades relacionadas (rural, indígena, quilombola, etc.), bem como os principais usos e partes da planta empregadas – quando estes estavam presentes na publicação.

Optou-se por utilizar apenas esta base uma vez que abrange parte significativa das publicações presentes nas demais bases analisadas separadamente, consistindo em uma biblioteca virtual que conta atualmente com um acervo de mais de 35 mil periódicos com texto completo e 130 bases referenciais (Periódicos CAPES, 2014).

Etapa 3 – Bulários e fitoterápicos

Por fim, foram realizadas buscas em sites que agrupam bulas, a saber: “bulario.net” (<http://bulario.net>), “bulas.med” (<http://www.bulas.med.br>), “tuasaude.com” (<http://www.tuasaude.com>), bem como no bulário da ANVISA (<http://www.anvisa.gov.br>), através da inserção dos nomes das três espécies e do nome popular “mulungu”. Além do uso do motor de busca *Google* para encontrar fitoterápicos comercializados, através da busca da expressão “mulungu fitoterápico”.

Resultados e discussão

Número de publicações

A busca realizada por meio da webometria resultou na identificação de 253 publicações, distribuídas entre as quatro

bases pesquisadas. Constatou-se que, em todas as bases, o maior volume de estudos está relacionado à espécie *E. velutina*, compreendendo 69% do total das publicações. Em contrapartida, a espécie *E. verna* possui o menor número de estudos relacionados, aproximadamente 7% do total, o que poderia ser explicado pela utilização mais comum do epíteto específico “mulungu”, cujo nome está associado à referência popular (Tabela 15).

Tabela 2. Número de publicações por palavra-chave nas bases de dados pesquisadas

Base de dados	Palavras-chave de busca		
	<i>Erythrina verna</i>	<i>Erythrina velutina</i>	<i>Erythrina mulungu</i>
SCORPUS	8	70	24
WEB OF SCIENCE	6	60	21
CAPES	1	20	11
SCIELO	2	25	5
subtotal	17	175	61
TOTAL			253

Fonte: Dados de pesquisa.

Plataforma CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

A plataforma de pesquisa da CAPES entrou em funcionamento no ano de 1990 e reúne diversas bases de dados, assim, a pesquisa foi feita usando a opção de excluir os documentos presentes nas outras três bases pesquisadas, para não ocorrer a repetição de publicações. A busca resultou em um total de 32 ocorrências de publicações, somando-se as três espécies.

A base não traz uma categorização das áreas do conhecimento – como as demais trazem. No entanto, traz uma listagem de palavras-chave mais comuns nos resultados pesquisados. Notou-se, por meio da ocorrência de “Eplepsy- Seizures” (5), “Phytotherapy” (4), “Medicinal plants” (2), e “Anxiety” (2), que os estudos relacionados à farmagnosia foram comuns e todas as demais palavras ocorreram apenas uma vez.

Além de áreas relacionadas à farmagnosia, foi possível averiguar que houve quatro ocorrências para a palavra “Germinação”, com relação à espécie *E. velutina*, o que pode indicar esforços em propagar esta espécie de reconhecido valor

medicinal, a fim de minimizar o impacto sobre os estoques naturais.

Com relação ao ano de estudo, o primeiro documento publicado data de 2005. Notou-se que, a partir de então, no ano de 2008 houve o maior número de publicações, o que pode estar relacionado à iminente publicação da RENISUS, feita no ano seguinte (Figura 36).

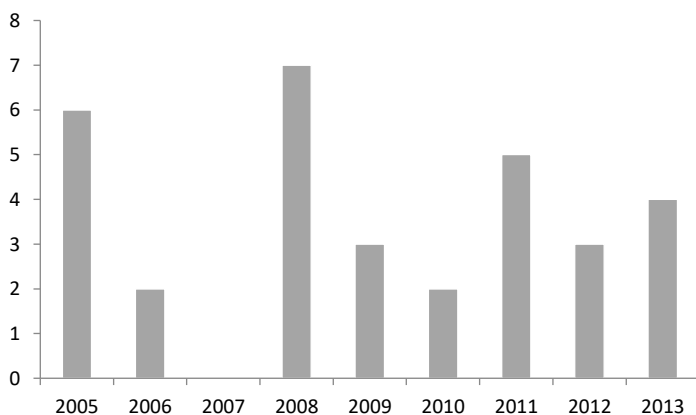


Figura 36. Evolução do número de pesquisas ao longo dos anos, para a base CAPES. Fonte: dados de pesquisa.

As revistas que mais concentraram publicações sobre as três espécies de mulungu foram a *European Neuropsychopharmacology* (6 publicações) e *Biotech Week* (3 publicações) – revistas que têm como perfil principal estudos com os princípios ativos presentes

nas três espécies de mulungu, reforçando a concentração das pesquisas na área de farmagnosia.

Scientific Electronic Library Online - SCIELO

Nesta base de dados, ativa desde o ano 1998, a busca resultou em um total de 32 ocorrências, somando-se as três palavras-chave pesquisadas. Esta base não adota uma classificação por tipo de publicação, o que impediu a verificação dos resultados em artigos, revisões, artigos de jornal, resumos e erratas.

A primeira publicação encontrada acerca das espécies em foco data do ano de 2004. Verificou-se uma ampliação no número de pesquisas publicadas a partir do ano de 2010, somando-se 16 estudos até o ano de 2013, o que expressa um aumento de cerca de 56% em relação à soma de estudos publicados no intervalo anterior 2004-2009 – mais uma vez, o fato parece estar relacionado à publicação da RENISUS, bem como da lista de plantas medicinais regulamentadas pela ANVISA, publicadas em 2009 e 2010, respectivamente (Figura 37).

Constatou-se ainda uma nítida concentração na área de conhecimento ou subárea da “Farmacologia e Farmácia”, com 12

publicações, seguido das áreas Agricultura/multidisciplinar e Ciências das plantas, ambas com e ocorrências (Figura 38).

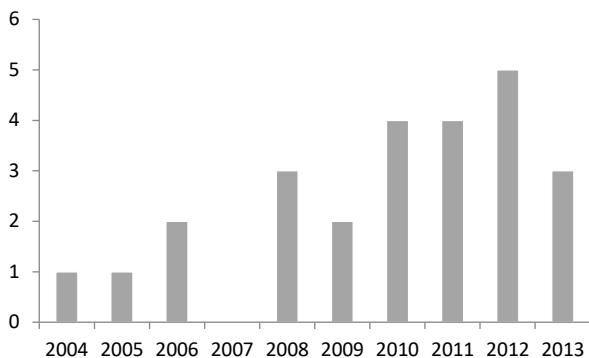


Figura 37. Evolução do número de pesquisas ao longo dos anos, para a base Scielo. Fonte: dados de pesquisa.



Figura 38. Distribuição das publicações por área do conhecimento ou subárea, segundo categorização da base Scielo. Fonte: dados de pesquisa.

Dos 16 periódicos em que haviam estudos relacionados às espécies pesquisadas, destaca-se a “Revista Brasileira de Farmacognosia”, com sete pesquisas publicadas, corroborando com o fato de que as áreas de farmácia e farmacologia têm sido mais focadas para as pesquisas com as espécies em questão, disponíveis na internet.

WEB OF SCIENCE

Foram encontradas, para as três espécies pesquisadas, um total de 87 publicações na base *Web of Science*. Destas, 76 na forma de artigos, cinco *meeting abstract*, quatro *review* e duas *correction*.

Segundo a categorização da base, para as áreas do conhecimento que obtiveram 5 ou mais artigos enquadrados, nota-se a concentração nas áreas “Pharmacology/Pharmacy”, com 27% dos artigos se enquadrando nesta área, além da área “Chemistry Medicinal” (20,6%) e “Plant Sciences” (19,5%) (Figura 39).

As revistas de destaque em relação ao número de publicações foram: Revista Brasileira de Farmacognosia (9), *Journal of*

Ethnopharmacology (7), *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* (4) e *Australian Journal of Botany* (4).

Com relação ao ano de publicação nota-se que o aumento foi significativo na primeira década do século 21, com 47 pesquisas publicadas, e que, na década atual, em apenas quatro anos as publicações já atingiram 74% em relação a tudo o que foi publicado na década anterior (Figura 40).

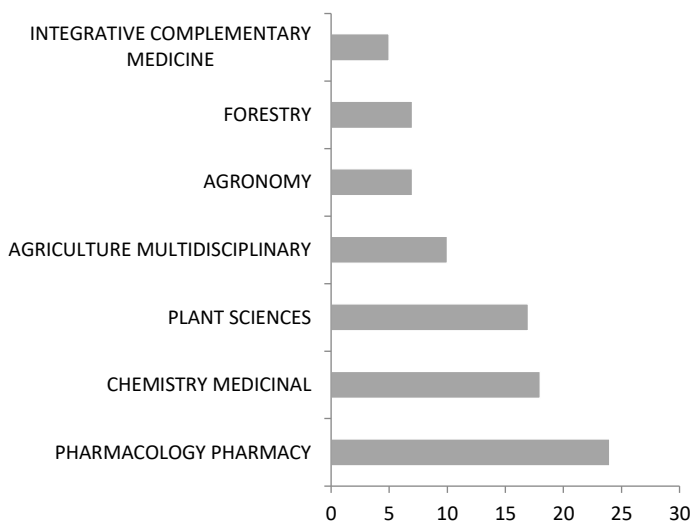


Figura 39. Distribuição das publicações por área do conhecimento ou sub-área, segundo categorização da base *Web of Science*.

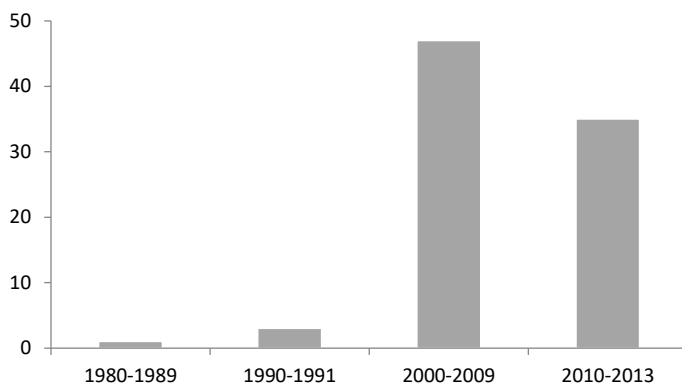


Figura 40. Evolução do número de pesquisas ao longo dos anos, para a base *Web of Science*.

A maioria das publicações foi na língua inglesa (65) e o restante foi publicado em língua portuguesa (22). Sendo o Brasil o país responsável pelo maior número de pesquisas, em um total de 77, o que equivale a 88,5% dos estudos presentes na base.

SCOPUS

Nesta base de dados, ativa desde o ano 2004, a busca resultou em um total de 102 ocorrências, somando-se as três palavras-chave pesquisadas. Destas, com relação ao tipo do documento, foram encontrados: 94 artigos, 2 *erratum*, 4 *review* e 1 *conference paper* e 1 *undefined*.

A primeira publicação encontrada data do ano de 1940 e verifica-se uma ampliação no número de pesquisas publicadas a partir do ano de 2007 – logo em seguida à publicação da PNPMF, no ano de 2006. Com esta lei, surgiram em seguida a RENISUS, em 2009, e a lista de plantas medicinais regulamentadas pela ANVISA, em 2010 – de modo que, após este estímulo, nota-se que os artigos publicados a partir de 2010 correspondem a 48% do total de publicações (Figura 41).

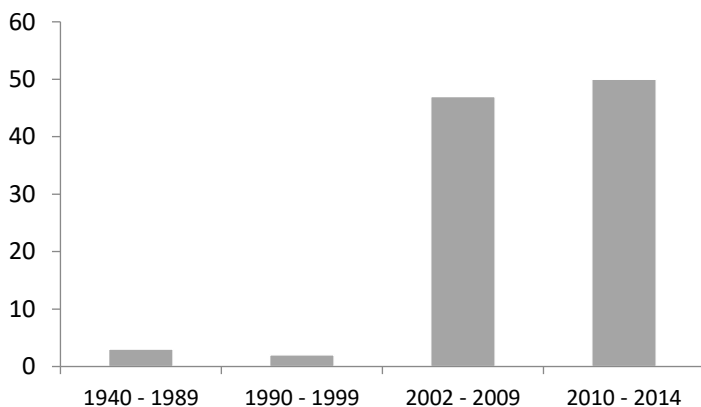


Figura 41. Evolução do número de pesquisas ao longo dos anos, para a base *Scopus*.

É possível visualizar, ainda, uma concentração de resultados nas áreas de conhecimento ou subáreas “Agricultural and Biological Sciences” e “Pharmacology, Toxicology and

Pharmaceutics”, segundo classificação fornecida pela própria base, somando 94 ocorrências, ou 92% do total de publicações acerca do mulungu atualmente disponíveis na base (Figura 42).

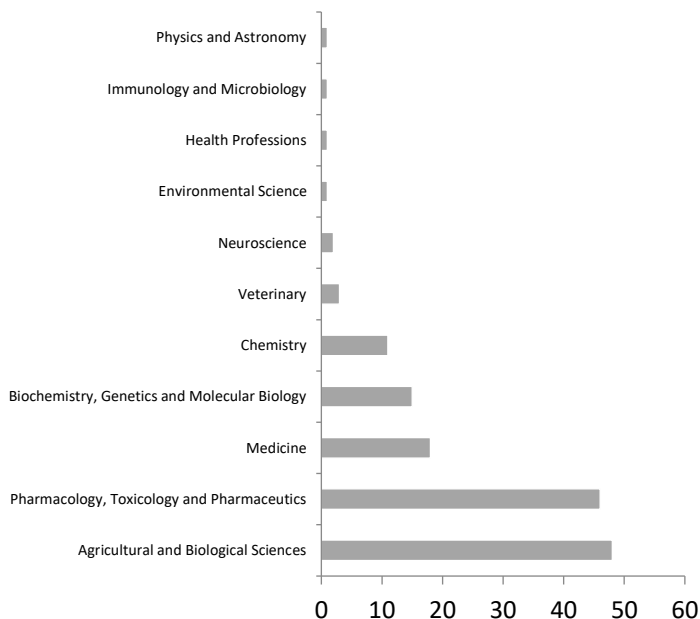


Figura 42. Distribuição das publicações por área do conhecimento ou sub-área, segundo categorização da base Scopus.

Por conseguinte, as revistas de destaque em relação ao número de publicações foram: *Journal of Ethnopharmacology* (12), *Brazilian Journal of Pharmacognosy* (11), *Semina: Ciências Agrárias* (4) e *Biological and Pharmaceutical Bulletin* (4).

O Brasil foi o país responsável pelo maior número de pesquisas, correspondendo a 86,6% dos estudos realizados. A maioria das publicações foi na língua inglesa (68,7%), seguida da língua portuguesa (28,7%).

Discussão com base nas áreas do conhecimento estabelecidas pela CAPES

A partir da leitura de cada resumo, foi possível criar uma chave de identificação (Figura 43) que demonstra as áreas do conhecimento em que houve a ocorrência de artigos. Ressalta-se que a classificação “OUTROS” foi inserida pelos autores para enquadrar artigos de difícil definição por área.

Ciências Biológicas

Com relação à grande área Ciências Biológicas, verificou-se que 32 estudos foram enquadrados nesta linha, correspondendo a 12,6% das 253 publicações identificadas. O maior número de estudos foi relativo à espécie *E. velutina*, com 27 pesquisas; em contrapartida, as espécies *E. verna* e *E. mulungu* praticamente não obtiveram pesquisas que se enquadraram nesta área, com o somatório restante de apenas 5 estudos (Figura 44).

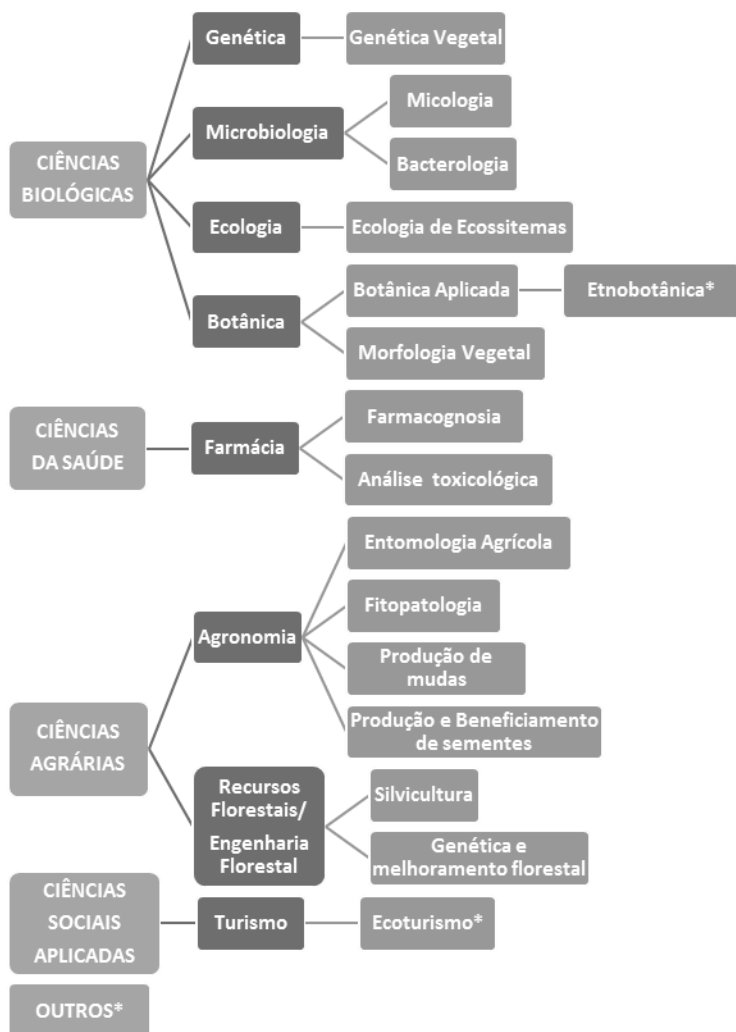


Figura 43. Chave de áreas do conhecimento tabeladas pela CAPES em que ocorreram pesquisas com mulungu. Fonte: Dados de Pesquisa. *Áreas adicionadas pelos autores.

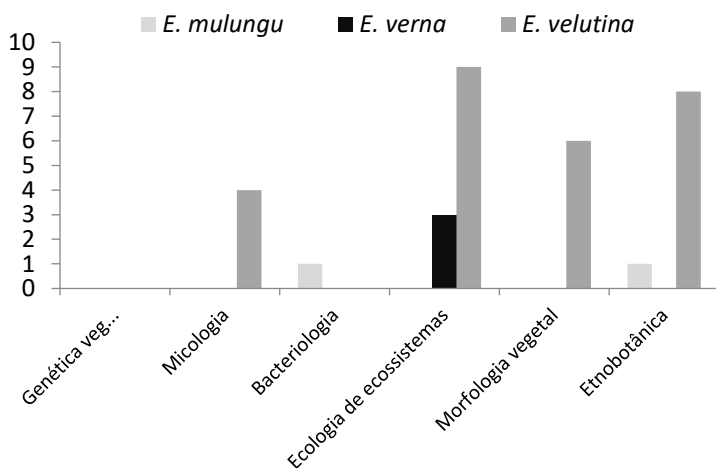


Figura 44. Distribuição dos artigos por espécie, na grande área Ciências Biológicas, e suas respectivas subáreas. Fonte: Dados de pesquisa.

Nota-se ainda o baixo número de pesquisas relacionadas ao conhecimento popular das espécies, nove estudos, isto é, apenas 3,5% do universo pesquisado. Nos últimos anos a ciência tem reconhecido o papel de comunidades locais enfatizando a importância do seu conhecimento para o debate sobre o manejo dos recursos naturais (Albuquerque, 2010), no entanto, os números mostram que o reconhecimento acadêmico ainda é pequeno quando se trata do uso e manejo pelo conhecimento tradicional das espécies de mulungu.

Destaca-se, por exemplo, a inexistência de estudos que abordem o entendimento da cadeia produtiva para as espécies em questão, de modo que não se conhece as regiões de coleta, os volumes retirados, se algum grupo já tentou cultivar as espécies, bem como o caminho percorrido até as indústrias processadoras de medicamentos - já que aparecem nas bulas de vários medicamentos.

Ciências Agrárias

A grande área Ciências Agrárias abrangeu 78 estudos, correspondendo a 30,8% do número total de artigos catalogados. A espécie *E. velutina* mais uma vez sobressaiu-se, com 69 publicações, ou 88,5% - destaque para a produção e o beneficiamento de sementes, que possui 32 registros para a espécie (Figura 45).

Destaca-se que, dentre estes estudos, nenhum foi desenvolvido com a parceria de comunidades utilizam o mulungu em suas atividades extrativistas. Isso é uma grande perda, visto que, segundo Sena (2008), o uso das técnicas de beneficiamento de sementes para a criação de plantios florestais pode reverter a

escassez de matéria-prima e mitigar a degradação do ambiente, e concomitantemente, evidencia-se como um meio eficaz de geração de renda e emprego para populações extrativistas.

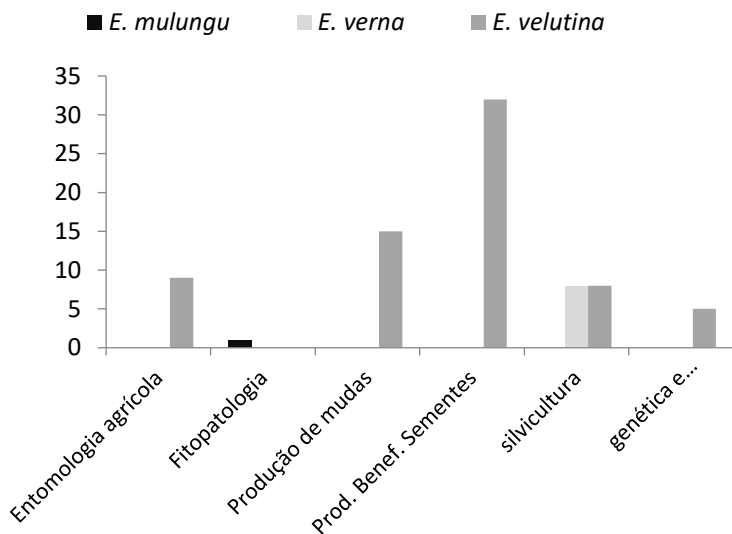


Figura 45. Distribuição dos artigos por espécie, na grande área Ciências Agrárias, e suas respectivas subáreas. Fonte: Dados de pesquisa.

Ciências da Saúde, Sociais Aplicadas e outros

A grande área com maior número de publicações foi a das Ciências da Saúde, com 56,5% das publicações obtidas nesta pesquisa (Figura 46). Este destaque deu-se pelo grande número de estudos na área da Farmagnosia, que, segundo SBFgnosia (2014), é uma ciência interdisciplinar, fazendo interface com

diversas ciências a fim de conhecer os fármacos naturais sob todos os seus aspectos, isto é, estuda as propriedades físico-químicas, bioquímicas e biológicas de fármacos de origem natural.

A área das Ciências Sociais Aplicadas foi representada por duas publicações relacionadas ao ecoturismo, e o grupo OUTROS enquadrou 12 publicações de difícil enquadramento nas atuais áreas de conhecimento disponíveis na tabela da CAPES (Figura 46).

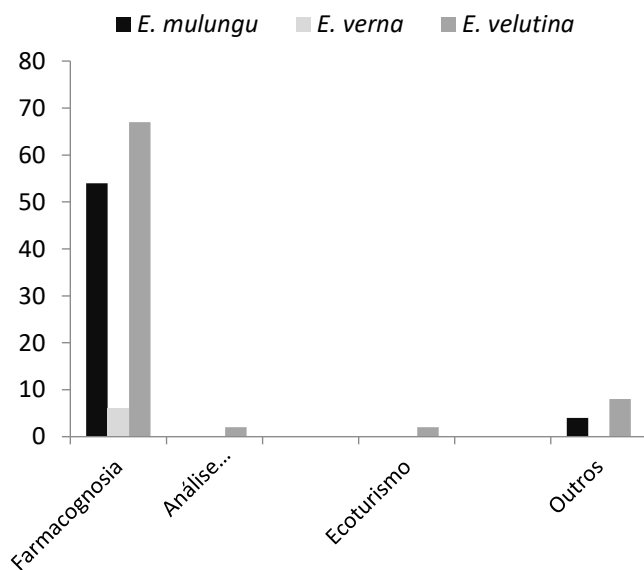


Figura 46. Distribuição dos artigos por espécie, nas grandes áreas Ciências da Saúde, Ciências Sociais Aplicadas e Outros, com suas respectivas subáreas. Fonte: Dados de pesquisa.

Conhecimento popular em publicações científicas

Com o detalhamento da busca dos nomes científicos e nome popular (mulungu), combinadas às palavras “etnobotânica”, “conhecimento popular”, “conhecimento tradicional” e suas respectivas traduções para o inglês (“ethnobotany”, “popular knowledge” e “traditional knowledge”), foram encontrados 121 resultados, distribuídos entre as espécies. Não houve resultados de busca quando se utilizou as palavras chaves associadas à espécie *Erythrina verna* (Figura 47).

Devido à semelhança entre as espécies e ao mesmo nome popular houve repetições entre os 121 resultados. Após a triagem, verificou-se a existência de 49 publicações relacionadas à etnobotânica em que ocorreu a citação de uma das espécies de mulungu, hospedados na plataforma CAPES. No entanto, 14 destas publicações não estavam disponíveis para leitura e 28 continham apenas uma referência aleatória no texto, isto é, sem relação com o conhecimento popular associado às espécies de mulungu.

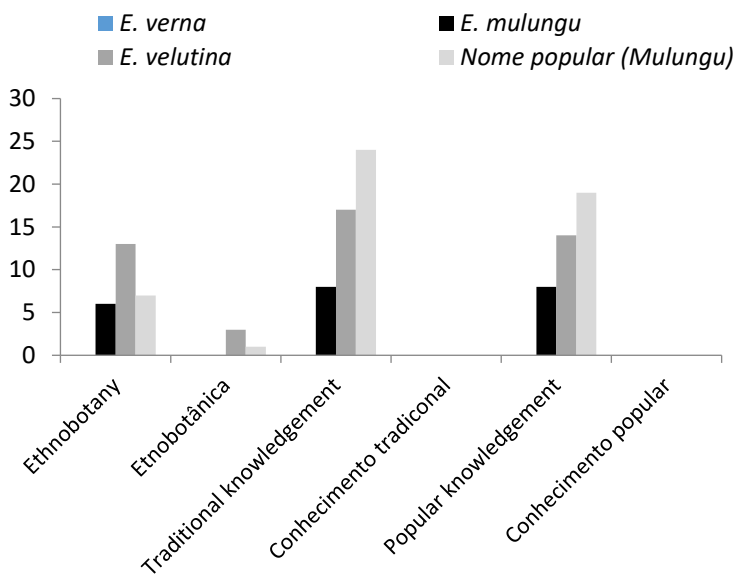


Figura 47. Número de ocorrências de estudos em relação às palavras-chave pesquisadas e às espécies de mulungu.

Assim, conseguiu-se ter acesso a apenas cinco artigos científicos que continham alguma informação acerca do conhecimento popular e indicações de uso (foram sete ocorrências, no entanto, uma das publicações foi encontrada na forma de artigo, artigo de jornal e resumo, isto é, obteve duas repetições, que foram excluídas da análise).

Das cinco publicações, duas foram realizadas em comunidades rurais, uma em comunidades indígenas e rurais, uma em comunidade

estabelecida no entorno de uma Unidade de Conservação – UC, e em um trabalho a comunidade não foi identificada (Tabela 16).

As principais indicações de uso registradas nos cinco trabalhos analisados foram o uso contra a insônia, como tranquilizante e combatendo a ansiedade, a tosse e a bronquite. No entanto, outros usos menos “comuns” foram citados, como o combate e dores de dente, rins e cabeça, além de alívio da febre, dos sintomas da diabetes e da hipertensão, prevenção do surgimento de hemorróidas e vermífugo.

Destaque para o fato de que todos os estudos encontrados foram realizados em estados do nordeste brasileiro, ressaltando-se, no entanto, que a distribuição das espécies abrange também boa parte das regiões sudeste e centro oeste (Figura 48).

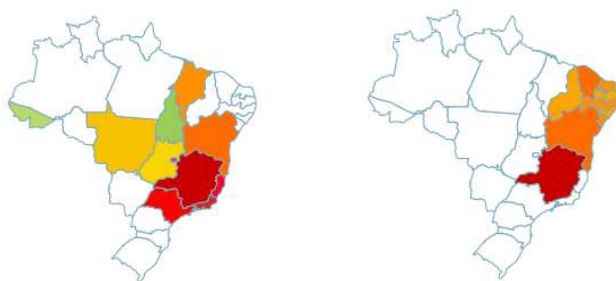


Figura 48. Distribuição de *Erythrina verna* e *E. mulungu* (à esquerda) e *E. velutina* (à direita) no Brasil. Fonte: LIMA, 2014.

Tabela 16. Informações prospectadas nos artigos sobre conhecimento popular relativos ao mulungu. (sp = espécie; M = *E. mulungu*; V = *E. Velutina*; Pp = parte da planta; Mu = modo de uso).

Autores	sp	Local*	Tipo de comunidade	Indicações de uso
LIMA, M.R.F. <i>et al.</i> 2006	M	AL	-	Antiinflamatório, tranquilizante, bronquite e insônia
CARVALHO, A. F. U. <i>et al.</i> 2011	M	CE	No entorno de UC	Insonia, tosse e vermífugo
ALBUQUERQUE, U. P. de; ANDRADE, L.H.C.; CABALLERO, J. 2005	V	PE	Rural	Medicinal geral
ALBUQUERQUE, U. P. de. <i>et al.</i> 2007	MV	NE	2 indígenas e 19 rurais	Insônia, ansiedade, inflamação de dente, odontalgia, dor de cabeça, febre, produção de leite materno, diabetes, hipertensão, tosse, bronquite, distúrbios nervosos, insônia, hemorróidas, helmintíases, calmante
FERREIRA-JUNIOR, W.S.; LADIO A. H.; ALBUQUERQUE, U. P. de. 2001	V	PE	Rural	Dor no rim e dente; tratar corte, ferida e inflamações

*Sigla dos estados brasileiros, à exceção de NE = Nordeste.

Bulários e fitoterápicos

A indicação popular e os estudos acadêmicos/industriais, bem como a solicitação de patentes¹, certamente têm acelerado a comercialização de produtos com as espécies em questão, como ilustram abaixo os medicamentos e fitoterápicos que contêm na sua formulação uma das espécies.

Foram encontradas seis bulas de medicamentos contendo o mulungu em sua formulação, a saber: maracugina líquido e maracugina comprimidos, ritmoneuran, passiflora composto, xarope são joão e calmapax. Estes, foram encontrados nos *sites* de busca, exceto, no bulário da Anvisa, que não apresentou resultados para a busca.

Com relação aos fitoterápicos, encontrados através do motor de busca *Google*, as espécies têm sido comercializadas em diversas formulações, isoladas ou em composição com outras espécies. No caso do uso isolado do mulungu os produtos encontrados foram a casca seca (para uso como chá) e cápsulas – com valores de em média R\$10,00 para 100g da casca e R\$18 para 60 cápsulas.

A indicação mais citada nos fitoterápicos foi o uso como calmante/sedativo - coincidindo com a informação popular, bem como com a confirmação científica presente nos diversos estudos da área de farmacognosia. Destaca-se que, nos *sites* de comercialização,

¹Acerca deste assunto verificar o capítulo “Prospecção tecnológica de *Erythrina* sp.”.

não foi encontrado o nome da espécie utilizada, apenas, o nome popular “mulungu”, isto é, não foi possível determinar a qual espécie pertencia à parte da planta utilizada no fitoterápico em questão.

Considerações Finais

Embora haja uma riqueza de publicações acadêmicas disponíveis nas bases acadêmicas da Internet referentes às espécies de nome popular mulungu, observa-se uma concentração em áreas específicas como a Farmacognosia e poucos estudos relacionados ao conhecimento e uso popular realizado junto às comunidades locais.

Nota-se ainda que as poucas publicações de cunho etnobotânico encontradas não apresentam especificidade para as espécies, ou seja, são levantamentos do conhecimento que ocorrem em uma mesma região, o Nordeste, resultando em limitação de conhecimentos, visto que se encontram restritos a apenas uma parte da área de ocorrência geral das espécies em território brasileiro.

Por fim, atenta-se à necessidade da realização de pesquisas mais específicas relacionadas às espécies de mulungu, a exemplo de trabalhos que visem conhecer a cadeia produtiva nos diferentes estados em que há comercialização destas, bem como estudos que possibilitem a produção de mudas com vistas à conservação das espécies e à implementação de políticas públicas que venham a fortalecer os arranjos produtivos locais.

Pensando a biodiversidade: mulungu (*Erythrina* sp.)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- AGUILAR, M. I.; GIRAL, F.; ESPEJO, O. Alkaloids from the flowers of *Erythrina americana*. **Phytochemistry**. v.20. n.8, p.2961-2962. 1981.
- AHMAD, V. U.; NAJMUS-SAQIB, Q.; USMANGHANI, K.; MIANA, G. A. Isolation of erysotrine and 11-hydroxy-erysotrine from the leaves of *Erythrina herbacea* Linn. **Journal of the Chemical Society of Pakistan**, v. 1, n. 1, p. 79-80. 1979.
- ALBUQUERQUE, U. P.; ANDRADE, L. H. C.; CABALLERO, J. Structure and floristics of homegardens in Northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 62, p. 491–506, 2005.
doi:10.1016/j.jaridenv.2005.01.003
- ALBUQUERQUE, U.P. e ANDRADE, L.H.C. Uso de recursos vegetais da caatinga: o caso do agreste do estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil). **Interciência**, v.27, n.7, p. 336-346, 2002.
- ALBUQUERQUE, U.P. **Introdução à Etnobotânica**. Rio de Janeiro: Interciência, 93p. 2005.
- ALBUQUERQUE, U.P.; MEDEIROS, P.M. de; ALMEIDA, A.L.S. de; MONTEIRO, J.M.; NETO, E.M. de F.L.; MELO, J.G.; SANTOS, J.P. Medicinal plants of the *caatinga* (semi-arid) vegetation of NE Brazil: A quantitative approach. **Journal of Ethnopharmacology**, v.114, n.3, p.325-354, 2007a.
- ALBUQUERQUE, U.P.; MEDEIROS, P.M.; ALMEIDA, A.L.S.; MONTEIRO, J.M.; LINS- NETO, E.M.F.; MELO, J.G.; SANTOS, J.P. Medicinal plants of the caatinga (semiarid) vegetation of NE Brazil: a quantitative approach. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 114, p. 325-354, 2007.

ALBUQUERQUE, U.P.; MONTEIRO, J.M.; RAMOS, M.A.; AMORIM, E.L.C. de. Medicinal and magic plants from a public market in northeastern Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v.110, n.1, p.76-91, 2007b.

ALEXIADES, M.N. **Ethnobotany of the Ese Eja: Plants, health, and change in an Amazonian Society**. Ph.D. dissertation, The City University of New York, 464 p., 1999.

ALMEIDA, C. F. C. B. R., ALBUQUERQUE, U. P. Uso e conservação de plantas e animais medicinais no estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil): um estudo de caso. **Interciencia**, v. 26, p.276–285, 2002.

ALMEIDA, C. L.; OLIVEIRA, J. G. B.; ARAUJO, J. C. Impacto da recuperação de área degradada sobre as respostas hidrológicas e sedimentológicas em ambiente semiárido. **Water Resources and Irrigation Management**, v.1, n.1, p.39-50, Sept-Dec, 2012

ALMEIDA, W. R.; LOPES, A. V.; TABARELLI, M.; LEAL, I. R. The alien flora of Brazilian Caatinga: deliberate introductions expand the contingent of potential invaders. **Biological Invasions**, v. 17, p. 51–56, 2015. DOI 10.1007/s10530-014-0738-6

AMER, M. A.; SHAMMA, M.; FREYER, A. J. The tetracyclic *Erythrina alkaloids*. *J. Nat. Prod.*, v.54, n.2 p.329 e 363 1991.

AMORIM, I.L. de. **Morfologia de frutos, sementes, germinação, plântulas e mudas de espécies florestais da região de Lavras - MG**. Lavras: UFLA, 1996. 127p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).

AMOROZO, M. C. DE M. A abordagem etnobotânica na pesquisa de plantas medicinais. In: DI STASI, L. C. (Org.) *Plantas medicinais: arte e ciência*. Um guia de estudo interdisciplinar. São Paulo. UNESP, p. 47-68 1996.

ANDREO-SOUZA, Y.; PEREIRA, A. L.; SILVA, F. F. S.; RIBEIRO-REIS, R. C.; EVANGELISTA, M. R. V.; DE CASTRO, R. D.; DANTAS, B. F. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de Pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.2, p.083-092, 2010.

- APEL, K.; HIRT, H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. **Annual Review of Plant Biology**, v.55, p.373-399, 2004.
- ARAÚJO NETO, J. C.; AGUIAR, I. B.; FERREIRA, V. M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, n.2, p.249-256, 2003.
- ARENHART, R. A.; ZAFFARI, G. R. Otimização do protocolo de micropropagação por organogênese indireta de *Eucalyptus grandis*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.7, n.1, p. 16-22, 2008.
- ARRABAL, R.; AMANCIO, F.; CARNEIRO, L. A.; NEVES, L. J.; MANSUR, E. Micropropagation of endangered endemic Brazilian bromeliad *Cryptanthus sinuosus* (L.B. Smith) for *in vitro* preservation. **Biodiversity and Conservation**, v. 11, p.1081-1089, 2002.
- AZEVEDO, R. M.; SANTOS, H. O.; FERREIRA, R. A.; MARÇAL, R. M.; SILVA-MANN, R. Variabilidade genética em populações de *Erythrina velutina* Willd. por meio de isoenzimas. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, v.11, n.S1, 2013.
- B.; RESENDE, L. V.; BATISTA, E. C; VASCONCELLOS, B. F. Estrutura genética em populações naturais de *Tibouchina papyrus* (Pohl) Toledo (pau-papel) em áreas de campo rupestre no cerrado. **Revista Brasileira de Botânica** (Impresso), v.33, p. 289-298, 2010.
- BAILEY-SERRES, J.; MITTLER, R. The roles of reactive oxygen species in plant cells. **Plant Physiology**, v.141, n.2, p.311, 2006.
- BAILLY, C. Active oxygen species and antioxidants in seed biology. **Seed Science Research**, v. 14, n. 2, p. 93-107, 2004.
- BAILLY, C.; BENAMAR, A.; CORBINEAU, F.; COME, D. Free radical scavenging as affected by accelerated ageing and subsequent priming in sunflower seeds. **Physiologia Plantarum**, v.104, p.646-652, 1998.
- BARBOSA, M. L.; SILVA, T. G. F.; SILVA, A. C.; ALMEIDA, M. G.; LIMA, A. L. A.; SOUZA, C. A. A. Crescimento Inicial de Espécies Ocorrentes no Semiárido Brasileiro: Biomassa, Biometria e Análise

Morfogênica. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 3, p. 522-539, 2013.

BARRET, S.C.H.; KOHN, J.R. Genetic and evolutionary consequences of small population size in plants: implications for conservation. In: FALK, D.A. & HOLSINGER, K.E. (Eds) **Genetics and conservation of rare plants**. Oxford University Press. 1991.

BARRETTO, S.S.B; FERREIRA, R.A. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de Leguminosae Mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.2, p.223-232, 2011.

BARROSO, G.M., MORIM, M.P., PEIXOTO, A.L. & ICHASO, C.L.F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999. 443p.

BARTELS, D. Targeting detoxification pathways. An efficient approach to obtain plants with multiple stress tolerance? **Trends in Plant Science**, v.6, p.284-286, 2001.

BARTELS, D., F. SALAMINI. Desiccation tolerance in resurrection plant *Craterostigma plantagineum*. A contribution to the study of drought tolerance at the molecular level. **Plant Physiology**, v.127, p.1346-1353, 2001.

BASKIN C. C.; BASKIN J. M. **Seed: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. CA, USA: Academic Press, 2001.

BELTRATI, C.M. **Morfologia e anatomia de sementes**. Rio Claro: UNESP, Dep. de Botânica/ Instituto de Biociências, 1992. 108p. (Apostila do Curso de Pós-Graduação).

BENHAMOU, N.; NICOLE, M. Cell biology of plant immunization against microbial infection: the potential of induced resistance in controlling plant diseases. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.37, n.10, p.703-719, 1999.

BERNACCHIA, G.; FURINI, A. Biochemical and molecular responses to water stress in resurrection plants. **Physiologia Plantarum**, v.121, p.75-181, 2004.

- Bernardino, D. C. de S.; Paiva, H. N. de.; Neves, J.C.L.; Gomes, J. M.; Marques, V.B. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (BENTH.) BRENAN em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.6, p.863-870, 2005.
- BERRIOS, A.; SANDOVAL, J. F.; MÜLLER, L. E. Propagación clonal *in vitro* de diferentes especies de Poró. Turrialba, v. 41, n. 4, p. 607-614. 1991.
- BERTONI, B.W.; ASTOLFI FILHO, S.; MARTINS, E.R.; DAMIÃO FILHO, C.F.; FRANÇA, S.C.; PEREIRA, A.M.S.; TELLES, M.P.C.; DINIZ FILHO, J.F. Genetic variability in natural populations of *Zeyheria montana* Mart. from the Brazilian cerrado. **Scientia Agricola**, v.64, n.4, p.409-415, 2007.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York and London: Plenum Press, 1994. 445p.
- Binotto, A. F. **Relação entre variáveis de crescimento e o índice de qualidade de dickson em mudas de *Eucalyptus grandis* w. Hill ex maid e *Pinus elliottii* var. *Elliottii* - Engelm.** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2007, 56p. Dissertação Mestrado.
- Birchler, T.; Rose, R. W.; Royo, A.; Pardos, M. La planta ideal: revision del concepto, parámetros definitorios e implementacion practica. **Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales**, Madrid, v. 7, n. 1/2, p. 109-121, 1998.
- BITTENCOURT, J. V. M. **Genetic diversity and dynamics in remnant patches of *Araucaria angustifolia* forest in Paraná State, Brazil: implications for conservation and restoration.** 2007. 226 f. PhD thesis (Landscape Ecology) - The University of Reading, Reading.
- BOEKELHEIDE, V.; GRUNDON, M. F. A characterization of α -erythroidine. **Journal of the American Chemical Society**, v. 75, n. 11, p. 2563-2566. 1953.
- BOEKELHEIDE, V.; WEINSTOCK, J.; GRUNDON, M. F.; SAUVAGE, G. L.; AGNELLO, E. J. The structure of β -erythroidine and its derivatives. **Journal of the American Chemical Society**, v. 75, n. 11, p. 2550-2558, 1953.

- BORCHARDT, J. K. The beginnings of drug therapy: Ancient Mesopotamian Medicine. **Drug News & Perspectives**, v.15, n. 3. p.187-192, 2002.
- BORGES, E. E. L.; BORGES, R. C. G.; CANDIDO J. F.; GOMES J. M. Comparação de métodos de quebra de dormência em sementes de copaíba. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 4, p. 9-12, 1982.
- BOTREL, M.C.G.; SOUZA, A.M.; CARVALHO D.; PINTO, S.I.C.; MOURA, M.C.O.; ESTOPA, R.A. Caracterização genética de *Calophyllum brasiliense* camb. em duas populações de mata ciliar. **Revista Árvore**, v.30, n.5, p.821-827, 2006.
- BOUZAT, J.L. The population genetic structure of the Greater Rhea (*Rhea americana*) in an agricultural landscape. **Biological Conservation**, v.99, p.277-284, 2001.
- BOWLER, C.; FLUHR, R. The role of calcium and activated oxygens as signals for controlling cross-tolerance. **Trends in Plant Science**, v.5, p.241-246, 2000.
- BRAGA, L. F.; SOUSA, M. P.; ALMEIDA, T. A. Germinação de sementes de *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth. submetidas a estresse salino e aplicação de poliamina. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.11, n.1, p.63-70, 2009.
- BRASIL, 2006. Decreto nº 5.813, de 22 de junho de 2006. Aprova a **Política Nacional de Plantas Mediciniais e Fitoterápicos e dá outras providências**. Acesso em: 05.02.2014. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5813.htm.
- BRASIL, 2010. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Lista de fitoterápicos regulamentados pela ANVISA**. Brasília. 2010. Acesso em 27.03.2014 Disponível em: <http://g1.globo.com/Noticias/Brasil/2010/03/drgvege.pdf>
- BRASIL. 2009. Ministério da Saúde. Direção de Administração e Finanças. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. **RENISUS - Relação Nacional de Plantas Mediciniais de Interesse ao SUS**. 2009. Acesso em: 26.03.2014. Disponível em:

<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/cidadao/principal/agencia-saude/noticias-anteriores-agencia-saude/3487->

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução – RDC n.º 48, de 16 de março de 2004 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) que regulamenta o registro de medicamentos fitoterápicos.** Disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/>. Acesso em: 22/03/2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Instruções operacionais: informações necessárias para a condução de ensaios clínicos com Fitoterápicos /** Ministério da Saúde, Organização Mundial da Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2008. 20 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos) <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/fitoterapicos.pdf>

BRASIL. Ministério da saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. **A Fitoterapia no SUS e o Programa de Pesquisas de Plantas Medicinais da Central de Medicamentos.** Brasília, 2006. 147 p. http://dab.saude.gov.br/docs/geral/fitoterapia_no_sus.pdf

BRASIL. **Farmacopeia Brasileira**, volume 2 / Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Anvisa, 2010. 904p., 2v/il. 1. Substâncias farmacêuticas químicas, vegetais e biológicas. 2. medicamentos e correlatos. 3. Especificações e métodos de análise. http://www.anvisa.gov.br/hotsite/cd_farmacopeia/pdf/volume1.pdf

BRUGGINK, G. T.; VAN DER TOORN, P. Induction of desiccation tolerance in germinated seeds. **Seed Science Research**, v.5, p.1-4, 1995.

BUCKERIDGE, M. S.; SANTOS, H. P.; TINÉ, M. A. S.; AIDAR, M. P. M. Mobilização de reservas. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado.** Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 163-185.

BUITINK, J.; SATOUR, P.; LEPRINCE, O. The re-establishment of desiccation tolerance in germinated radicles of *Medicago truncatula* Gaertn. seeds. **Seed Science Research**, v.13, n. 4, p.273-286, 2003.

BURGAS, R. W.; POWELL, A. A. Evidence for repair processes in the invigoration of seeds by hydration. **Annals of Botany**, v.53, p.753-757, 1984.

CABALLERO J. La etnobotânica. Pp. 27-30. In: A. Barrera (ed). INREB. La etnobotânica: três pontos de vista y una perspectiva. Xalapa. 1979.

CABRAL, A. G. F. **Constituintes químicos de *Erythrina velutina* Will (Fabaceae)**. Dissertação (Mestrado em produtos Naturais e sintéticos Bioativos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

CABRAL, E. L.; BARBOSA, D. C. DE A.; SIMABUKURO, E. A. Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. F. ex. S. Moore. **Acta Botanica Brasilica**, v.17, p. 609-617, 2003.

CABRAL, J. B.; ALBUQUERQUE, R. F.; MATOS, D. B. C.; NASCIMENTO, L. S.; FRAGA, M. C. A.; AFIATPOUR, P.; WNADERLEY, A. G. Atividade depressora do sistema nervoso central do extrato da casca de *Erythrina vellutina* (mulungu). **Annais do XVI Congresso Latino Americano de Farmacologia**, Águas de Lindóia, São Paulo, 2000.

CADMAN, C. S. C.; TOOROP, P. E.; HILHORST, H. W. M.; FINCH-SAVAGE, W. E. Gene expression profiles of Arabidopsis Cvi seeds during cycling through dormant and non-dormant states indicate a common underlying dormancy control mechanism. **Plant Journal**, v.46, p. 805-822, 2006.

CAI, F.; MEI, L.; AN, X.; GAO, S.; TANG, L.; CHEN, F. Lipid peroxidation and antioxidant responses during seed germination of *Jatropha curcas*. **Journal of Agriculture and Biology**, v. 13, p. 25-30, 2011.

CAKMAK, T.; ATICI, O.; AGAR, G.; SUNAR, S. Natural aging-related biochemical changes in alfafa (*Medicago sativa* L.) seeds stored for 42 years. **International Research Journal of Plant Science**, v.1, n.1, p.1-6, 2010.

Caldeira, M. V. W.; Rosa, G. N. da; Fenilli, T. A. B.; Harbs, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 27-33, 2008.

CAPES. Portal *online*. Tabela de áreas de conhecimento. Acesso em 29.03.2014. Disponível em:

http://www.capes.gov.br/images/stories/download/avaliacao/TabelaAreasConhecimento_072012.pdf

Carneiro, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. Campos dos Goyatazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 1995, 451p.

CARVALHO, A. C. B.; BALBINO, E. E. ; MACIEL, A.; PERFEITO, J. P. S. **Situação do registro de medicamentos fototerápicos no Brasil**. Ver. Bras. Farmacogn., v. 18, n.2, p. 314-319, 2008.

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

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, v.3, 2008.

CARVALHO, P.E.R. Mulungu (*Erythrina velutina*)

Carvalho, P.E.R. **Produção de mudas de espécies nativas por sementes e a implantação de povoamentos**. In: GALVÃO, A. P. M. (org.). Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais. Brasília: EMBRAPA, 2000. p.151-174.

CARY, A.; UTTAMCHANDANI, S. J.; SMETS, R.; VAN ONCKELEN, H. A. & HOWELL, S. H. H. *Arabidopsis* mutants with increased organ regeneration in tissue culture are more competent to respond to hormonal signals. *Planta*, v.213, p.700-707, 2001

CAVALLARI NETO, M. **Efeito do Manejo na diversidade genética de populações naturais de *Tabebuia cassinoides* Lam. (DC), por marcadores isoenzimáticos**. 2004. 67f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

CAYUELA, E.; PÉREZ-ALFOCEA, F.; CARO, M.; BOLARÍN, M.C. Priming of seeds with NaCl induces physiological changes in tomato plants grown under salt stress. **Physiology Plant**, v. 96, p.231-236, 1996.

Centro de Gestão de Estudos Estratégicos - CGEE. **Definições clássicas**. Acessado em 28 de março de 2014. Disponível em: <http://www.cgee.org.br/prospeccao/index.php>

CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, v.103, n.4, p.551-560, 2009.

CHAVES, M.M.F. **Descrição morfológica de sementes, de plântulas e de mudas de 10 espécies arbóreas pioneiras na microrregião de Viçosa, Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1994. 108p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais).

CHAWLA, A. S.; REDHA, F. M. J.; JACKSON, A. Alkaloids in seeds of four *Erythrina* species. **Phytochemistry**. v. 24, n. 8, p. 1821-1823, 1985.

Ciência para o desenvolvimento sustentável global: contribuição do Brasil. Síntese dos Encontros Preparatórios ao FMC 2013. – Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2013.p.63-73

CLARKE, G.M.; YOUNG, A.G. **Introduction: genetics, demography and the conservation of fragmented populations**. In: YOUNG, A.G.; CLARKE, G.M. (Ed.) Genetics, demography and viability of fragmented populations. Cambridge University Press, 2000.

COATES, J. Foresight in Federal Government Policy Making. **Futures Research Quarterly**, v. 1, p.29-53, 1985.

COELHO, G. M. **Prospecção tecnológica: metodologias e experiências nacionais e internacionais**. Rio de Janeiro: INT/Finep/ANP Projeto CT-Petro Tendências Tecnológicas, 2003.

COLLINS, G.B.; GROSSER, J.W. Culture of embryos. In: VASIL, I.K. (Ed.). Cell culture and somatic cell genetics of plants. New York: Academic Press, v.1, p.241-57, 1984.

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. **Global Strategy for Plant Conservation**. The Secretariat of the Convention on Biological Diversity and Botanic Gardens Conservation International, Publishers. Canada. U.K, p.15, 2002.

COSTA, G. M. **Micropropagação de *Erythrina velutina* Willd. (Mulungu)**. 2008. 64p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2008.

CRAVEIRO, A. C. S.; CARVALHO, D. M. M.; NUNES, R. S., FAKHOURI, R.; RODRIGUES, S. A.; TEIXEIRA-SILVA, F.

Toxicidade aguda do extrato aquoso de folhas de *Erythrina velutina* em animais experimentais Ver. Bras. Farmacogn., v.18, p.739-743, 2008.

CROMER, R. N.; TOMPKINS, D.; BARR, N. J.; HOPKINS, P. Irrigation of monterey pine with wastewater: Effect on soil chemistry and groundwater composition. **Journal of Environmental Quality**, v.13, n.4, p.539–542, 1984.

CUNHA, M.C.L.; FERREIRA, R.A. Aspectos morfológicos da semente e do desenvolvimento da planta jovem de *Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A.C. Smith - cumaru –Leguminosae Papilionoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.2, p.89-96, 2003.

DA-CUNHA, E. V. L.; DIAS, C.; BARBOSA-FILHO, J. M.; GRAY, A. Eryvellutinone, an isoflavone from the stem bark of *Erythrina vellutina*. **Phytochemistry**, v. 43, n. 6, p. 1371-1373, 1996.

DA-CUNHA, E. V. L.; DIAS, C.; BARBOSA-FILHO, J.M.; GRAY, A. I. Eryvellutinone, an isoflavanone from the stem bark of *Erythrina velutina*. **Phytochemistry**, v. 43, n. 6, p. 1371-1373, 1996.

DAF/SCTIE/MS. RENISUS. **Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS**. Brasília, DF. 2009.

DAMIÃO FILHO, C.F. **Morfologia Vegetal**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1993. 243p.

DANTAS J. A.; BEZERRA NETO E.; BARRETO L. P.; SANTOS M. V. F. Efeito da salinidade sobre o crescimento e composição mineral de seis clones de *Pennisetum*. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, p.97–101, 2006.

DANTAS, B. F.; RIBEIRO, R. C.; MATIAS, J. R.; ARAÚJO, G. G. L. Germinative metabolism of Caatinga forest species in biosaline agriculture. **Journal of Seed Science** (no prelo), 2014.

DANTAS, C. V. S.; SILVA, I. B.; PEREIRA, G. M.; MAIA, J. M.; LIMA, J. P. M. S.; MACEDO, C. E. C. Influência da salinidade e déficit hídrico na germinação de sementes de *Carthamus tinctorius* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.3, p.574-582, 2011.

DANTAS, M. C.; OLIVEIRA, F. S.; BANDEIRA, S. M.; BATISTA, J.S.; SILVA JR, C.D.; ALVES, P. B.; MARCHIORO, A. R. M. Central

- nervous system effects of the crude extract of *Erythrina velutina* on rodents. **J. Ethnopharmacol.**, v. 94, p. 129-133, 2004.
- DE CASTRO, R. D.; VAN LAMMEREN, A. A. M.; GROOT, S. P. C.; BINO, R. J.; HILHORST, H. W. M. Cell division and subsequent radicle protrusion in tomato seeds are inhibited by osmotic stress but DNA synthesis and formation of microtubular cytoskeleton are not. **Plant Physiology**, v.122, p.327–335, 2000.
- Dickson, A.; Leaf, A.L.; Hosner, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v.36, p.10-13, 1960.
- DUDASH, M. R.; FENSTER, C. B. Inbreeding and outbreeding depression in fragmented populations. In: YOUNG, A. G.; CLARKE, G. M. **Genetics, demography and viability of fragmented populations**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 35-53, 2000.
- Ed, Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2008. 544p.
- EDREVA, A. The importance of non-photosynthetic pigments and cinnamic acid derivatives in photoprotection. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v.106, p.135-146, 2005.
- ELIZABETSKY, E. Etnofarmacologia. Ciência e Cultura, São Paulo, v.55, n.3, p.35-36, jul./set. 2003.
- ELIZABETSKY, E.; SHANLEY, P. Ethnopharmacology in the Brazilian Amazon. **Pharmacology & Therapeutics**, v. 64, p. 201-214. 1994.
- EL-OLEMY, M. M.; ALI, A. A.; MOTTALEB, M. A. Erythrina alkaloids. I – The alkaloids of the flowers and seeds of *Erythrina variegata*. **Lloydia**, v. 41, n. 4, p. 342-347, 1978.
- ELSELÉ, J.; BERTRAND, S.; GALZI, J.; DEVILLERS-THIÉRY, A.; CHANGEUX, J.; BERTRAND, D. Chimaeric nicotinic-serotonergic receptor combines distinct ligand binding and channel specificities. **Nature**, v. 366, p. 479-483, 1993.
- ESTEVAM, C. S. DOS; OLIVEIRA, N. V.; SANTOS, W. P. DOS; CARVALHO, A. C. S.; SANT'ANA, A. E. G.; MARÇAL, R. M. Atividade anticolinesterásica do extrato aquoso e da fração alcalóide total

das folhas da *Erythrina velutina*. In.: 30a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 30, 2007. Águas de Lindóia. Resumos. São Paulo, 2007.

ESTEVES, B. S.; SUZUKI, M. S. Efeito da salinidade sobre as plantas. **Oecologia Australis**, v.12, n.4, p.662-679, 2008.

ESTOPA, R.A.; SOUZA, A.M.; MOURA, M.C.O.; BOTREL, M. C.G.; MENDONÇA, E.G.; CARVALHO, D. Diversidade genética em populações naturais de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). **Scientia Forestalis**, n.70, p.97-106, 2006.

FAGGION, S. A.; CUNHA, A. O. S.; FACHIM, H. A.; GAVIN, A. S.; SANTOS, W. F.; PEREIRA, A. M. S.; BELEBONI, R. O.

Anticonvulsant profile of the alkaloids (+)-erythavine and (+)-11- α -hydroxy-erythravine isolated from the flowers of *Erythrina mulungu* Mart ex Benth (Leguminosae-Papilionaceae). **Epilepsy & Behavior**, v. 20, p. 441-446, 2011.

FALLERI, E. Effect of water stress on germination in six provenances of *Pinus pinaster* Ait. **Seed Science and Technology**, v.22, n.3, p.591-599, 1994.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. de A. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v.39, n.9, p. 903-909, 2004.

Faria, J. M. R. Propagação de espécies florestais para recomposição de matas ciliares. In: Simpósio Mata Ciliar: ciência e tecnologia, 1999, Belo Horizonte. **Anais...**, Belo Horizonte, 1999. p. 69-79.

FARIA, J.M.R. Propagação de espécies florestais para recomposição de matas ciliares. In: SIMPÓSIO MATA CILIAR: CIÊNCIA E TECNOLOGIA, Belo Horizonte, 1999. **Anais...**Lavras: UFLA/FAEPE/CEMIG, 1999. p.69-79.

FEDOROFF, N. Redox Regulatory Mechanisms in Cellular Stress Responses. **Annals of Botany**, v.98, n.2, p.289-300, 2006.

- FEITOSA, L. G. P.; GUARATINI, T.; LOPES, J. L. C.; LOPES, N. P. Aplicação de espectrometria de massas com ionização por elétron na análise de alcaloides do mulungu. **Química Nova**, v. 11, p. 2177-2180, 2012.
- FELICIANO, A.L.P. **Estudo da germinação de sementes e desenvolvimento da muda, acompanhado de descrições morfológicas de dez espécies arbóreas ocorrentes no semi-árido nordestino**. Viçosa: UFV, 1989. 114p. (Dissertação Mestrado).
- Felker, R. M.; Gasparin, E.; Aimi, S. C.; Dick, G.; Araujo, M. M.; Thomas, P. A.; Rovedder, A. P. M.; Toso, L. D.. **Análise da qualidade de mudas de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini sob diferentes tratamentos, 180 dias após o semeio**. Santa Maria: **Anais...XVI Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v.3, p. 1-8, 2012.
- FERRAZ-GRANDE, F. G. A.; TAKAKI, M. Temperature dependent seed germination of *Dalbergia nigra* Allem (Leguminosae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.44, p.401-404, 2001.
- FERREIRA, R.A. **Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e mudas de espécies arbóreas do cerrado de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 1997. 109p. (Dissertação de Mestrado).
- FERREIRA, R.A. **Restauração de mata ciliar na região do Baixo São Francisco**. Aracaju, Relatório FAP-SE/FUNTEC – Projeto Edital 02/2002, out., 2003. (Relatório de Pesquisa).
- FERRI, M.G.; MENEZES, N.L. de; MONTEIRO, W.R. **Glossário ilustrado de botânica**. São Paulo: Nobel, 1981. 197p.
- FERRO, Degmar. **Fitoterapia: conceitos clínicos**. São Paulo: Atheneu, 2008.
- FLAUSINO, O. A. JR.; PEREIRA, A. M.; BOLZANI, V. S.; NUNES-DE-SOUZA, R. L. Effects of Erythrinian alkaloids isolated from *Erythrina mulungu* (Papilionaceae) in mice submitted to animal models of anxiety. **Biological and Pharmaceutical Bulletin**, v.30, p.375-378, 2007a.
- FLAUSINO, O. A. JR.; SANTOS, L. A.; VERLI, H.; PEREIRA, A. M.; BOLZANI, V. S.; NUNES-DE-SOUZA, R. L. Anxiolytic effect of erythrinian alkaloids from *Erythrina mulungu*. **Journal of Natural Products**. v. 70, p. 48-53, 2007b.

FOLKERS, K.; KONIUSZY, F. Erythrina alkaloids VII – Isolation and characterization of the new alkaloids, erythraline and erythartine. **Journal of the American Chemical Society**, v.62, p.437, 1940.

FOLKERS, K.; KONIUSZY, F.; SHAVEL, J. Isolation and characterization of erisothiovine and erysothiopine, new alkaloids containing sulfur. **Journal of the American Chemical Society**, v. 66, p. 1083, 1944.

FOLKERS, K.; MAJOR, R. T. Isolation of erythroidine, an alkaloid of curare action, from *Erythrina americana* Mill. **Journal of the American Chemical Society**, v.59, p.1580, 1937.

Fonseca, É. de P.; Valéri, S. V.; Miglioranza, É.; Fonseca, N. A. N.; Couto, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, p.515-523, 2002.

FONSECA, P. T. **Cultura de embrião zigótico, calogênese e conservação *in vitro* de *Erythrina velutina* Willd. (Leguminosae)**. 2012. 93p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2012.

FOOLAD, M. R. Recent Advances in Genetics of Salt Tolerance in Tomato. **Plant Cell**, v.76, n.2, p.101-119, February, 2004.

FOYER, C. H.; NOCTOR, G. Redox homeostasis and antioxidant signaling: a metabolic interface between stress perception and physiological responses. **Plant Cell**, v.17, p.1866-1875, 2005.

FOYER, C.H.; NOCTOR, G. Oxygen processing in photosynthesis: regulation and signalling. *New Phytologist*, v.146, p.359-388, 2000.

FREITAS, M. L. M.; AUKAR, A.P.A.; SEBBENN, A.M.; MORAES, M.L.T.; LEMOS, E.G.M. Variabilidade genética intrapopulacional em *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. por marcador AFLP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.68, p.21-28, 2005.

FURUKAWA, H.; ITO, K.; HARUNA, M.; JINNO, Y. Studies on the erythrina alkaloids XI. Alkaloids of *Erythrina crista-galli* Linn. Structure

of new alkaloid, crystamidina. **Chemical and Pharmaceutical Bulletin**, v.24, p.52-55, 1976.

GAIOTTO, F.A.; GRATAPAGLIA, D.; VENCOSKY, R. Genetic structure, mating system, and long-distance gene flow in Heart of Palm (*Euterpe edulis* Mar.). **Journal of Heredity**, Oxford, v. 94, n. 5, p. 399-406, 2003.

GAMES, D. E.; JACKSON, A. H.; KHAN, N. A.; MILLINGTON, D. S. Alkaloids of some African, Asian, Polynesian and Australian species of *Erythrina*. **Lloydia**, v.37, n.4, p.581, 1974.

GANDARA, F.B.; KAGEYAMA, P.Y. Indicadores de sustentabilidade de florestas naturais. **IPEF**, v.12, n.31, p.79-84, 1998.

GARCÍA-MATEOS, R.; SOTO-HERNANDEZ, M.; KELLY, D. Alkaloids from six *Erythrina* species endemic to Mexico. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.26, p.545-551, 1998.

GARÍN-AGUILAR, M. E.; LUNA, J. E. R; SOTO-HERNÁNDEZ, M; DEL TORO, G. V.; VÁZQUEZ, M. M. Effect of crude extracts of *E. americana* Mill. on aggressive behavior in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v.69, p.189-196, 2000.

GARRASTAZU, M. C.; MATTOS, P. P. de Modelagem e distribuição geográfica. In: GOMES, L. J.; SILVA-MANN, R.; MATTOS, P. P. de; RABBANI, A. R. C. **Pensando a biodiversidade: aroeira (*Schinus terebinthifolius* RADDI.)**. São Cristóvão: Ed. UFS, 2013. p. 21-33. e-book.

GEORGE, E. F. **Plant propagation by tissue culture**. Part 1 - the technology. Edington: Exegetics, 1996. 1574p.

GHOSAL, S.; CHAKRABARTI, A.; SRIVASTAVA, R. S. Erythrasine and other alkaloids in seeds of *Erythrina arborescens*. **Phytochemistry**, v.11, n.6, p.2101-2103, 1972 b.

GHOSAL, S.; DUTTA, S.; BATTACHARYA, S. K. *Erythrina* – chemical and pharmacological evaluation. II: Alkaloids of *Erythrina variegata* L. **Journal of Pharmaceutical Sciences**, v.61, n.8, p.1274-1277, 1972 a.

GHOSAL, S.; GHOSH, D. K.; DUTTA, S. K. Occurrence of erysotrine and other alkaloids in *Erythrina variegata*. **Phytochemistry**, v.9, n.11, p.2397-2398, 1970.

GHOSAL, S.; MAJUMDAR, S. K.; CHAKRABOTTI, A. Erythrina alkaloids. Occurrence of (+) N-norprotosinomemine and other alkaloids in *Erythrina lithosperma*. **Australian Journal of Chemistry**, v.54, p.2733-2735, 1971.

GHOSAL, S.; SRIVASTAVA, R. Structure of erysophorine: a new quaternary alkaloid from the seeds of *Erythrina arborescens*. **Phytochemistry**, v.13, p.2603-2605, 1974.

GIANNINI, T. C.; MARINEZ, F. S.; ACOSTA, A. L.; BARRETO, F. C. C.; SARAIVA, A. M.; ALVES-DOS-SANTOS, I. Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies. **Rodriguésia**, v. 63, n. 3, p.733-749, 2012.

GIANNOPOLITIS, C. N.; REIS, S. K. Superoxide dismutases. **Plant Physiology**, v.59, p.309-314, 1977.

GÓIS, V. A.; TORRES, S. B.; PEREIRA, R. A. Germinação de sementes de maxixe submetidas a estresse salino. **Revista Caatinga**, v.21, n.4, p.64-67, 2008.

Gomes, J. M.; Paiva, H. N. de. **Viveiros florestais: [propagação sexuada]**. Il. (Cadernos Didáticos; 72). 3.ed.-Viçosa: UFV, 2004, 116p.

Gonçalves, J.L.M.; Santarelli, E.G.; Moraes Neto, S.P.; Manara, M.P. **Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização**. In: Gonçalves, J.L.M; Benedetti, V. Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309-350.

GONÇALVES, L. O.; PINHEIRO, J. B.; ZUCCHI, M. I.; SILVA-MANN, R. Caracterização genética de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.) em áreas de baixa ocorrência. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, p. 290-298, 2014

GONÇALVES, L. O.; PINHEIRO, J. B.; ZUCCHI, M. I.; SILVA-MANN, R. Caracterização genética de coral tree (*Erythrina velutina*

Willd.) em áreas de baixa ocorrência. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, p. 290-298, 2014.

GONCALVES, Luciana Oliveira; PINHEIRO, José Baldin; ZUCCHI, Maria Imaculada and SILVA-MANN, Renata. Caracterização genética de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.) em áreas de baixa ocorrência. *Rev. Ciênc. Agron.* [online]. 2014, vol.45, n.2 [cited 2014-09-18], pp. 290-298 .

GONDIM, T. M. DE S.; CAVALCANTE, L. F.; BELTRÃO, N. E. DE M. Aquecimento global: salinidade e consequências no comportamento vegetal. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.14, n.1, p.37-54, 2010.

GORAI, M.; NEFFATI, M. Germination responses of *Reaumuria vermiculata* to salinity and temperature. **Annals of Applied Biology**, v.151, p. 53-59, 2007.

GORAI, M.; NEFFATI, M. Influence of water stress on seed germination characteristics in invasive *Diplotaxis harra* (Forssk.) Boiss (Brassicaceae) in arid zone of tunisia. **Journal of Phytology**, v.1, n.4, p. 249–254, 2009.

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. A. Micropropagação. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: EMBRAPA-CBAB, 1998. p. 183-260.

GREGGAINS, V.; FINCH-SAVAGE, W. E.; QUICK, W. P.; ATHERTON, N. M. Metabolism-induced free radical activity does not contribute significantly to loss of viability in moiststored recalcitrant seeds of contrasting species. **New Phytologist**, v.148, n.02, p.267-276, 2000.

GRUNDON, M. F.; BOEKELHEIDE, V. A study of the Hofmann degradation of Apo- β -erythroidine. **Journal of the American Chemical Society**, v.75, n. 11, p.2537-2541, 1953.

GRUNDON, M.F.; SAUVAGE, G.L.; BOEKELHEIDE, V. The structure of Apo- β -erythroidine. **Journal of the American Chemical Society**, v.75, n. 11, p.2541-2545, 1953.

GUARATINI, T.; SILVA, D. B.; BIZARRO, A. C.; SARTORI, L. R.; HUMPF, H-U.; LOPES, N. P.; COSTA-LOTUFO, L. V.; LOPES, L. C. *In vitro* metabolismo studies of erythraline, the major spiroalkaloid from *Erythrina verna*. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v.14, p.1472-6882, 2014.

GUERRA, M.E. de C. et al. Morfologia de sementes, de plântulas e da germinação de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae - Caesalpinioideae). **Cerne**, v.12, p.322-328, 2006.

Haase, D. L.. **Morphological and physiological evaluations of seedling quality**. In: Riley, L. E.; Dumroese, R. K.; Landis, T. D., (tech. coords). National proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations - 2006. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station Proc. RMRS-P-50., p. 3-8, 2007.

HAMEL, G., PRAHALAD, C. K., Competindo pelo futuro: estratégias inovadoras para obter o controle do seu setor e criar os mercados de amanhã. (trad. Outras Palavras) Rio de Janeiro: Campus, 1995.

HAMRICK, J. L. The distribution of Genetic Variation within and among Natural plant population. In: SCHONE-WALD-COX, C. M.; CAHAMBERS, S. H.; MacBYDE, B.; THOMAS, L. **Genetic and conservation**. Menlo Park: Benjamin Cummings, p. 335-348, 1983.

HANSEN, M.C. *et al.* High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. In: **Science**, v. 342, p. 850–853, 15 de Novembro, 2013. [online].<<http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>>. Acesso em 07 jul., 2014.

HARE, P. D.; CRESS, W. A. Metabolic implications of stress-induced proline accumulation in plants. **Plant Growth Regulation**, v.21, p.79-102, 1997.

HARGREAVES, R.; JOHNSON, D.; MILLINGTON, D.; MONDAL, M.; BEAVERS, W.; BECKER, L.; YOUNG, C.; RINEHART, K.L. Alkaloids of American species of *Erythrina*. **Lloydia**, v.37, n.4, p.569-580, 1974.

HAZARIKA, B. N. Acclimatization of tissue-cultured plants. Current

Science, v.85, n.12, p.1704-1712, 2003.

HELLEBUST, J. A. Osmorregulation. **Annual Review of Plant Physiol**, v.27, p.485-505, 1976.

HENDRY, G. A. F. Oxygen, free radical processes and seed longevity. **Seed Science Research**, v.3, p.141-153, 1993.

HIDER, R. C.; WILKINSHAW, M. D.; SPENGER, W. Erythrina alkaloids nicotinic antagonist: structure-activity relationships. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v.21, p.231-234, 1986.

HIJMANS, R.J, CAMERON, S.E., PARRA J.L., JONES P.G.; JARVIS, A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 25, p. 1965-1978, 2005. Homepage: <http://www.worldclim.org>. Visitado em 2011.

HOLANDA, F. S. R. **Estudo integrado do vale do São Francisco sergipano: região de tabuleiros costeiros e pediplano setanejo-pedologia**. Aracaju : CODEVASF, 2000. 138p.

HOLANDA, F.S.R.; SANTOS, C.M. dos; GUIMARÃES, M.F.R.; ROCHA, I.P. da; SANTOS, T.T.; FILHO, R.N. de A.; VIEIRA, T.R.S.; CHAGAS; R.M. Monitoramento da erosão em margens de cursos d'água: o caso do rio São Francisco. **Fapese**, v.4, n.2, p.37-52, 2008.

HOMMA, A. K. O. 2012. Extrativismo vegetal ou plantio: qual a opção para a Amazônia? **Estudos Avançados** 26 (74), p.167-186. 2012

HORTON, A. Foresight: how to do simply and successfully Foresight, v. 01, n. 01, 1999.

HU, C.Y.; FERREIRA, A.G. Cultura de embriões. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. (Eds.). **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: EMBRAPA-SPI/ EMBRAPA-CNPQ, 1998. p.371-93.

HU, C.Y.; WANG, P.J. Meristem, shoot tip, and cultures. In: EVANS, D.A. et al. (Ed). **Handbook of plant cell culture**. New York: MacMillan, 1983, p.177-227.

IPCC. Intergovernmental panel on climate change. **Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds) Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2007.

IPGRI, International Plant Genetic Resources Institute. **Descriptores para Capsicum (*Capsicum spp.*)**. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome, 1995.

ITO, K.; FURUKAWA, H.; HARUNA, M. Erythrina alkaloids. V – Alkaloids of *Erythrina crista-galli*. **Yakugaku Zasshi**, v.93, n.12, p.1674-1678, 1973d.

ITO, K.; FURUKAWA, H.; HARUNA, M. *Erythrina alkaloids*. VI. Alkaloids of *Erythrina arborescens*. I – Extraction and isolation of alkaloids. **Yakugaku Zasshi**, v.93, n.12, p.1611, 1973 a.

ITO, K.; FURUKAWA, H.; HARUNA, M. Structure of new alkaloids, erysotramidine, erythrabine and hidroxierisotrine. **Yakugaku Zasshi**, v.93, n.12, p.1617, 1973 b.

ITO, K.; FURUKAWA, H.; HARUNA, M.; LU, S. T. Erythrina alkaloids. IV – Alkaloids of *Erythrina orientalis*. **Yakugaku Zasshi**, v.93, n.12, p.1671-1674, 1973c.

ITO, K.; FURUKAWA, H.; TANAKA, H. Structure of erybidine, a new alkaloid from *Erythrina x bidwilli* Lind. **Chemical Pharmaceutical Bulletin**, v.19, n.7, p.1509-1511, 1971.

ITO, K.; FURUKAWA, H.; TANAKA, H. Structure of *Erythrina indica* Lam. **Chemical Communications**, p.107, 1970.

ITO, K.; HARUNA, M.; JINNO, Y.; FURUKAWA, H. Studies on the Erythrina alkaloids. XI – Alkaloids of *Erythrina crista-galli* Linn. Structure of new alkaloid cristamidine. **Chemical & Pharmaceutical Bulletin**, v.24, p.52-55, 1976.

JARAMILLO, S.; BAENA, M. Material de apoyo a la capacitación em conservación *ex situ* de recursos fitogenéticos. **Instituto Internacional para os Recursos Fitogenéticos**, Cali, Colômbia, 2000.

JONES, B.; GLIDDON, C.; GOOD, J.E.G. The conservation of variation in geographically peripheral populations: *Lloydia serotina* (Liliaceae) in Britain. **Biological Conservation**, v.101, p.147-156, 2001.

JUMA, B. F.; MAJINDA, R. R. T. Erythrinaline alkaloids from the flowers and pods of *Erythrina lysistemon* and their DPPH radical scavenging properties. **Phytochemistry**, v.65, p.1397-1404, 2004.

JUNG, S.; KIM, J. S.; CHO, K. Y.; TAE, G. S.; KANG, B. G.; Antioxidant responses of cucumber (*Cucumis sativus*) to photoinhibition and oxidative stress induced by norflurazon under high and low PPFs. **Plant Science**, v.153, n.2, p.145-154, 2000.

JUNIO, G. R. Z.; SAMPAIO, R. A.; PRATES, F. B. S.; FERNANDES, L. A.; NASCIMENTO, A. L. Crescimento de cedro e de leguminosas arbóreas em área degradada, adubado com pó-de-rocha. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 159-165, mar.-jun., 2012.

KAGEYAMA, P. Y. Conseqüência “in situ” de recursos genéticos de plantas. **IPEF**, n.35, p.7-37, 1987.

KAGEYAMA, P.Y.; SEBBENN, A.M.; RIBAS, L.A.; GANDARA, F.B. CASTELLEN, M.; PERECIM, M.B.; VENCOVSKY, R. Diversidade genética em espécies tropicais de diferentes estágios sucessionais por marcadores genéticos. **Scientia Forestalis**, n.64, p.93-107, 2003.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F. B.; SOUZA, L.M.I. Conseqüências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. **IPEF**, v.12, n.32, p.65-70, 1998.

KANBA, S.; YAMADA, K.; MIZUSHIMA, H.; ASAI, M. Use of herbal medicine for treating psychiatric disorders in Japan. **Psychiatry and Clinical Neurosciences**, v.52, S331-S333, Suppl. 1998.

KUMAR, B.; GUPTA, E.; MALI, H.; SINGH, H. P.; AKASH, M. Constant and Alternating Temperature Effects on Seed Germination Potential in *Artemisia annua* L. **Journal of Crop Improvement**, v.27, p.636-642, 2013.

- KUMAR, N.; PAMIDIMARRI, S. D. V. N.; KAUR, M.; BORICHA, G.; REDDY, M. P. Effects of NaCl on growth, íon accumulation, protein, proline contents and antioxidant enzymes activity in callus cultures of *Jatropha curcas*. **Biologia**, v.63, n.3, p.378-382, 2008.
- KUNIYOSHI, Y.S. **Morfologia da semente e da germinação de 25 espécies arbóreas de uma floresta com araucária**. Curitiba: UFPR, 1983. 233p. (Dissertação Mestrado).
- KWAK, J. M., NGUYEN, V.; SCHROEDER, J. I. The Role of Reactive Oxygen Species in Hormonal Responses. **Plant Physiology**, v.141, p.323-329, 2006.
- LACERDA, A. V.; BARBOSA, F. M.; BARBOSA, M. R. V. Estudo do componente arbustivo-arbóreo de matas ciliares na bacia do rio Taperoá, semi-árido paraibano: uma perspectiva para a sustentabilidade dos recursos naturais. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 3, p. 331-340, 2007.
- LAPLANTINE, F., RABEYRON P. L. **Medicinas paralelas**. São Paulo , SP Brasiliense, p. 120, 1989.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006. 531p.
- LEAL, L. K. A. M.; FERREIRA, A. A. G.; BEZERRA, G.A. MATOS, F.J. A.; VIANA, G.S.B. Antinociceptive, anti-inflammatory and bronchodilatador activities of Brazilian medicinal plants containing coumarin: a comparative study. *J. Ethnopharmacol.*, v. 70, n.2. p. 151-150-2000.
- LEITE, A. V. L.; MACHADO, I. C. Reproductive biology of woody species in Caatinga, a dry forest of northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 74, p. 1374-1380, 2010.
doi:10.1016/j.jaridenv.2010.05.029
- Leles, P. S. dos S.; Lisboa, A. C.; Neto, S. N. de O.; Grugiki, M. A.; Ferreira, M. A. Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. **Revista Floresta e Ambiente**, p. 69-78, 2006.

- LEPRINCE, O.; HENDRY, G. A. F.; MCKERSIE, B. D. The mechanisms of desiccation tolerance in developing seeds. **Seed Science Research**, v.3, p 231-246, 1993.
- LI, C.; SUN, W. Desiccation sensitivity and activities of free radicalscavenging enzymes in recalcitrant *Theobroma cacao* seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v.9, n.3, p.209-217, 1999.
- LIMA, H.C. 2014. *Erythrina* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Acesso em: 28.03.2014. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB105155>>.
- LIU, X.; PIJUT, P. M. Plant regeneration from *in vitro* leaves of mature black cherry (*Prunus serotina*). **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, v. 94, p. 113-123, 2008.
- LLOYD, G.; McCOWN, B. Use of microculture for production and improvement of *Rhododendron* spp. **HortScience**, v.15, p. 415, (Abst. 321), 1980.
- LOPES, C. G. R.; FERRAZ, E. M. N.; CASTRO, C. C.; LIMA, E. N.; SANTOS, J. M. F. F.; SANTOS, D. M.; ARAUJO, E. L. Forest succession and distance from preserved patches in the Brazilian semiarid region. **Forest Ecology and Management**, v. 271, p. 115–123, 2012. doi: 10.1016/j.foreco.2012.01.043
- LORENZI, H. *Árvores Brasileiras*. 2 ed. São Paulo. Ed. Plantarum, vol. 2. 1998.
- LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 2. ed. v.1. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2002. 368p.
- Lorenzi, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil*. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008, 384p.
- LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 2ª ed. Nova Odessa, SP. Plantarum, 1992, vol. 1.
- LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. São Paulo: Editora Plantarum, p. 207 1992.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas. 2 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 57p.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, p. 544 2002.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas Medicinais no Brasil: Nativas e Exóticas**. 2ª

LOUCKS, C., RICKETTS, T. H., NAIDOO, R., LAMOREUX, J., & HOEKSTRA, J. Explaining the global pattern of protected area coverage: relative importance of vertebrate biodiversity, human activities and agricultural suitability. **Journal of Biogeography**, v. 35, n. 8, p. 1337-1348, 2008.

Luca, E. F. de; Rebecchi, R. J.; Schorn, L. A. Crescimento e qualidade de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vellozo) em viveiro, mediante diferentes técnicas de produção. **Revista do Instituto Florestal**, p. 189-199, 2010.

LUCENA, R. F. P.; MEDEIROS, P. M.; ARAUJO, E. L.; ALVES, A. G. C.; ALBUQUERQUE, U. P. The ecological appearance hypothesis and the importance of useful plants in rural communities from Northeastern Brazil: An assessment based on use value. **Journal of Environmental Management**, v. 96, p. 106-115, 2012.
doi:10.1016/j.jenvman.2011.09.001

LUCIANI, G. F., MARY, A. K., PELLEGRINI, C.; CURVETTO, N. R. Effects of explants and growth regulators in garlic callus formation and plant regeneration. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, v.87, p.39-143, 2006.

LUNA, R.; EPPERSON, B. K.; OYAMA, K. Spatial genetic structure of two sympatric neotropical palms with contrasting life histories. **Heredity**, London, v. 95, n. 4, p. 298-305, Oct. 2005.

MACHADO NETO, N. B.; CUSTÓDIO, C. C.; GATTI, A. B.; PRIOLI, M. R.; CARDOSO, V. J. M. Proline: use as an indicator of temperature stress in bean seeds. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.4, p. 330-337, 2004.

Mafia, R. G.; Alfenas, A. C.; Siqueira, L. de; Ferreira, E. M.; Leite, H. G.; Cavallazi, J. R. P.. Critério técnico para determinação da idade ótima de mudas de eucalipto para plantio. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p. 947-953, 2005.

MAJINDA, R. R. T., ABEGAZ, B. M., BEZABIH, M., NGADJUI, B. T., WANJALA, C. C. W., MDEE, L. K., BOJASE, G., SILAYO, A., MASEJANE, I., YEBOAH, S. O. Recent results from natural product research at the University of Botswana. *Pure Applied Chemistry*, v. 73, n. 7, p. 1197–1208, 2001.

Majinda, R.R.T., Wanjala, C.C.W., Juma, B.F.. Bioactive Non-Alkaloidal Constituents from the Genus *Erythrina*. In: Utta-ur-Rahman, (Ed.), *Studies in Natural Products Chemistry*, vol. 32. Elsevier, Amsterdam. 2004.

management. **Molecular Ecology**, v.14, p.969-982, 2005.

MARCHIORO, M.; BLANK, M.F.A.; MOURÃO, R. H. V.; ANTONIOLLI, A. R. Antinociceptive Activity Of the aqueous extract of *Erythrina velutina* leaves. *Fitoterapia*, v. 76, p. 637-642, 2005.

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

MARINUCCI, L.; RUSCITTI, M.; ABEDINI, W. Morfogénesis *in vitro* de leguminosas forestales nativas de la República Argentina. *Revista de La Facultad de Agronomía*, v.105, n.2. 2004.

MARTIN, B.R.; ANDERSON, J.; MACLEAN, M. Identifying Research Priorities in Public-Sector Funding Agencies: Mapping Science Outputs onto User Needs. *Technology Analysis and Strategic Management*, v. 10, 1998.

MARTINS, C. F.; MOURA, A. C. A.; BARBOSA, M. R. V. Bee plants and relative abundance of corbiculate apidae species in a Brazilian Caatinga area. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 17, n. ½, p. 63-74, 2003.

MASSOD, M.; TIWARI, K.P. Iso-erysopinophorine, a new quaternary alkaloid from the seeds of *Erythrina arborescens*. **Phytochemistry**, v.19, p.490-491, 1980.

- MASTERS, D. G.; BENES, S. E.; NORMAN, H. C. Biosaline agriculture for forage and livestock production. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.119, n.3-4, p.234-248, 2007.
- MATHEUS, M.T.; LOPES, J.C. Temperaturas cardinais para a germinação de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.3, p.115-122, 2009.
- MAYER, A. C.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. London: PergamonPress, 1989. 270p.
- MAZHOUDI, S.; CHAOUI, A.; GHORBAL, M. H.; EL FERJANI, E. Response of antioxidative enzymes to excess copper in tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill). **Plant Science**, v.127, p.129-137, 1997.
- MEDEIROS, M. M.; FELFINI, J. M.; ANDRÉIA, M. L. Compactação florístico-estrutural dos estratos de regeneração e adulto em Cerrado sensu stricto no Brasil Central. **Revista Cerne**, v.13, p.291-298, 2007.
- MEDEIROS-SILVA, L. M. de; RODRIGUES, T. de J. D.; AGUIAR, I. B. de. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista Árvore**, v.26, p.691-697, 2002.
- MELO, M. F. V. **Diversidade e estrutura genética de populações naturais de *Erythrina velutina* Willd.** 2010. 38f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE.
- Melo, R. R. de M.; Cunha, M. do C. L. Crescimento inicial de mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Wild.) sob diferentes níveis de luminosidade. **Revista Ambientia**, v.4, n.1, p. 67-77, 2008.
- MELO, R.R.; CUNHA, M.C.L. Crescimento inicial de mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Wild.) sob diferentes níveis de luminosidade. **Ambiência Guarapuava**, v.4, n.1, p.67-77, 2008.
- MELO, Y.; MACHADO, S. R.; ALVES, M. Anatomy of extrafloral nectaries in Fabaceae from dry-seasonal forest in Brazil. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 163, p. 87–98, 2010.
- MENDONÇA, V.M.; SILVA-MANN, R.; RABBANI, A. R. C. Prospecção Tecnológica de óleos essenciais de aroeira-da-praia (*Schinus*

terebinthifolius Raddi.). **Revista GEINTEC**, 2013, ISSN: 2237-0722. São Cristóvão/SE – 2013. v.4, n.1, p.704-715.

MIANA, G. A.; IKRAM, M.; SULTANA, F.; KHAN, M. Isolation and characterization of erisotrine from the leaves of *Erythrina suberosa*. **Lloydia**, v.35, n.1, p.92-93, 1972.

MILLINGTON, D. S.; STEINMAN, D. H.; RINEHART JR, K. L. Isolation, gas chromatography-mass spectrometry and structures of new alkaloids from *Erythrina folkersii* Krukoff and Moldenke and *Erythrina salviiflora* Krukoff and Barneby. **Journal of the American Chemical Society**, v.96, p.1909-1917, 1974.

Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT. **Estudo Prospectar, Brasília, 2003**. Acesso em 28/03/2014. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/prospectar>

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. **Programa Nacional de Plantas Mediciniais e Fitoterápicos**. Brasília, DF. 2007.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos. **Relação Nacional de Medicamentos Essenciais (RENAME)**. 8ª Ed. Brasília, DF. 2013.

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC. Programa Brasileiro de Prospectiva Tecnológica Industrial. ONUDI/Technology Foresight for Latin América, 2000. Acesso em 30/03/2014. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br>

MITTLER, R.; VANDERAUWERA, S.; GOLLERY, M.; VAN BREUSEGEM, F. Reactive oxygen gene network of plants. **Trends in Plant Science**, v.9, p.490-498, 2004

MITTLER, R.; VANDERAUWERA, S.; SUZUKI, N.; MILLER, G.; TOGNETTI, V. B.; VANDEPOELE, K.; GOLLERY, M.; SHULAAEV, V.; VAN BREUSEGEM, F. ROS signaling: the new wave? **Trends in Plant Science**, v.16, p.300-309, 2011.

Morais, W. W. C.; Susin, F.; Vivian, M. A.; Araújo, M. M.. Influência da irrigação no crescimento de mudas de *Schinus terebinthifolius*. **Revista Pesquisa Florestal Brasileira**, v.32, n.69, p. 23-28, 2012.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanism of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, p.651-681, 2008.

NASCIMENTO, C. E.; TABARELLI, M.; SILVA, C. A. D.; LEAL, I. R.; TAVARES, W. S.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C. The introduced tree *Prosopis juliflora* is a serious threat to native species of the Brazilian Caatinga vegetation. **Science of the Total Environment**, v. 481, p. 108–113, 2014. doi:10.1016/j.scitotenv.2014.02.019

NASCIMENTO, H.E.M.; DIAS, A. da S.; TABANEZ, A.A.J.; VIANA, V.M. Estrutura e dinâmica de populações arbóreas de um fragmento de floresta estacional semidecidual na região de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v.59, n.2, p.329-342, 1999.

NEVES, T. S.; CARPANZZI, A. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; MARENCO, R.A. Enraizamento de corticeira-da serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v.41, n.12, p.1699-1705, 2006.

NEWMAN, D. J.; CRAGG, G. M. Natural products as sources of new drugs over the last 25 years. **Journal of Natural Products**, v.70, p.461-477, 2007.

NEWMAN, D. J.; CRAGG, G. M.; KINGSTON, D. G. I. Natural products as pharmaceuticals as sources for lead structures. In: Wermuth, C. G. **The Practice of Medicinal Chemistry**. France. p.159-186. 2008.

NKENGFACK, A.; AZEBAZE, A. G. B.; WAFFO, A. K.; FOMUM, Z. T.; MEYER, M.; van HEERDEN, F. R. Cytotoxic isoflavones from *Erythrina indica*. **Phytochemistry**, v.58, p.1113-1120, 2001.

NKENGFACK, A.E.; VOUFFO, T.W.; FOMUM, Z.T.; MEYER, M.; BERGENDORFF, O.; STERNER, O. Prenylated isoflavanone from the roots of *Erythrina sigmoidea*. **Phytochemistry**, v.36, n.4, p. 1047 – 1051, 1994.

NKENGFACK, A.E.; WAFFO, A.K.; AZEBAZE, G.A.; FOMUM, Z.T.; MEYER, M.; BODO, B.; HEERDEN, F.R. Indicanine A, a new

3-phenylcoumarin from root bark of *Erythrina indica*. *Journal of Natural Products*, v.63, n.6, p.855-856, 2000

NONOGAKI, H.; BASSEL, G. W.; BEWLEY, J. D. Germination-still a mystery. *Plant Science*, v.179, n.6, p.574-581, 2010.

NUNES, C. F. et al. Morfologia externa de frutos, sementes e plântulas de pinhão-manso. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.44, n.2, p.207-210, 2009. Notas Científicas

OH, W. K.; LEE, H. S.; AHN, S. C.; AHN, J. S.; MBAFOR, J. T.; WANDJI, J.; FOMUM, Z. T.; CHANG, H. K.; KIM, Y. H. Prenylated isoflavonoids from *Erythrina senegalensis*. *Phytochemistry*, v.51, p.1147-1150, 1999.

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

OLIVEIRA, G. M.; MATIAS, J. R.; RIBEIRO, R. C.; DANTAS, B. F. Germinação de sementes de aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) e mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong) Stend.) em diferentes condutividades elétricas. *Revista Sodebras*. (no prelo), 2014.

OLIVEIRA, M. M. M. **A Prospecção Tecnológica como Ferramenta de Planejamento Estratégico para a Construção do Futuro do Instituto Oswaldo Cruz**. Dissertação apresentada com vistas à obtenção do título de Mestre Modalidade Profissional em Saúde Pública. 22 de junho de 2009.

OLIVEIRA, R. C.; SILVA, A. S.; RIBEIRO, A. R. O.; ARAUJO, J. E. A.; OLIVEIRA, O. F.; CAMACHO, R. G. V. List of Angiosperm species of the riparian vegetation of the Apodi-Mossoró river, Rio Grande do Norte, Brazil. *Check List*, v. 9, n. 4, p. 740-751, 2013.

ONUSIC, G. M.; NOGUEIRA, R. L.; PEREIRA, M. S.; FLAUSINO JR., O. A.; VIANA, M. B. Effects of chronic treatment with a water-alcohol extract from *Erythrina mulungu* on anxiety-related responses in rats. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, v.26, p.1538-1542, 2003.

ONUSIC, G. M.; NOGUEIRA, R. L.; PEREIRA, M. S.; VIANA, M. B. Effects of acute treatment with water-alcohol extract of *E. mulungu* on

- anxiety-related responses in rats. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v.35, p.473–477, 2002.
- OZAWA, M.; ETOH, T.; HAYASHI, M.; KOMIYAMA, K.; KISHIDA, A.; OHSAKI, A. Enhancing activity of Erythrinan alkaloids from *Erythrina velutina*. **Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters**, v.19, p.234-236, 2009.
- OZAWA, M.; HONDA, K.; NAKAI, I.; KISHIDA, A.; OHSAKI, A. Hypaphorine, an indole alkaloid from *Erythrina velutina*, induced sleep on normal mice. **Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters**, v.18, p.3992-3994, 2008.
- OZAWA, M.; KISHIDA, A.; OHSAKI, A. Erythrinan Alkaloids from seeds of *Erythrina velutina*. **Chemical & Pharmaceutical Bulletin**, v.59, p.564-567, 2011.
- PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. A review of recalcitrant seed physiology in relation to desiccation-tolerance mechanisms. **Seed science Research**, v.9, n.1, p.13-37, 1999.
- PARIDA A. K.; DAS A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.60, p.324–349, 2005.
- PASQUAL, M.; HOFFMANN, A.; RAMOS, J. D. Cultura de tecidos vegetais: tecnologia e aplicações. Lavras: UFLA/FAEP, 1997. p.7-45.
- PASTORI, G. M.; FOYER, C. H. Common components, networks, and pathways of cross-tolerance to stress. The central role of “redox” and abscisic acid-mediated controls. **Plant Physiology**, v.129, p.460-468, 2002.
- PENCE, V. C. The application of biotechnology for the conservation of endangered plants. In: Benson E. E. *Plant Conservation Biotechnology*. London: Taylor and Francis, 1999. p. 227-250.
- PEREIRA, A. M. S.; SOUZA, V. T. A.; COPPEDE, J. S.; FRANÇA, S. C.; BERTONI, B. W.; SOUZA, A. V. V. Seed Germination and Production of *Erythrina mulungu* and *Erythrina velutina* Plantlets. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, p. 535-540, 2014. Doi: 10.4236/ajps.2014.55068

- PEREIRA, G.S.. *Erythrina velutina* Willd. (Fabaceae): diversidade genética, estrutura genética espacial e resposta fisiológica de sementes submetidas a estresses. 2014. 81f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE.
- PEREIRA, M.F.; VALVA, F.D.; COELHO, A.S.G.; AGUIAR, A.V.; ZUCCHI, M.I. Estrutura genética de populações de espécies arbóreas nativas do cerrado encontradas em terrenos serpentínicos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.34, n.2, p.75-82, 2004.
- PERES, L. E. P. Bases fisiológicas e genéticas da regeneração de plantas *in vitro*. *Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento*, v. 4, n. 25, p. 44-48, 2002.
- Periódicos CAPES. Portal. Institucional. Acesso em 28.03.2014. Disponível em: http://www-periodicos-capes-gov-br.ez20.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com_painstitucional&mn=69
- PHILLIPS, G. C. Invited Review: *In vitro* morphogenesis in plant – recent advances. In *In Vitro Cellular Developmental Biology – Plant*, v.40, p.342-345, 2004
- PIERIK, R. L. M. Cultivo in vitro de las plantas superiores. 3. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1990. 326p.
- PINTO, S.I.C; SOUZA, A.M; CARVALHO, D. Variabilidade genética por isoenzimas em populações de *Copaifera langsdorffii* Desf. em dois fragmentos de mata ciliar. **Scientia Florestalis**, n.65, p.40-48, 2004.
- PITCHER, L. H.; ZILINSKAS, B. A. Overexpression of copper/zinc superoxide dismutase in the cytosol of transgenic tobacco confers partial resistance to ozoneinduced foliar necrosis. **Plant Physiology**, v.110, p.583-588, 1996.
- POGGIANI, F.; STAPE, J.L.; GONÇALVES, J.L. M. Indicadores de sustentabilidade das plantações florestais. **IPEF**, v.12, n.31, p.33-44, 1998.
- PRANCE, G. T. What is ethnobotany today? *Journal of Ethnopharmacology* 32, p 209 – 216, 1991
- PRICE, A. H.; ATHERTON, N. M.; HENDRY, G. A. F. Plants under drought-stress generated activated oxygen. **Free Radical Research Community**, v.8, p.61-66, 1989.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Editora Rodrigues, Londrina. 2001.

PRODANOVIC, O.; PRODANOVIC, R.; BOGDANOVIĆ, J.; MITROVIĆ, A.; MILOSAVIĆ, N.; RADOTIĆ, K. Antioxidative enzymes during germination of two lines of serbian spruce [*Picea omorika* (Panč.) Purkyně]. **Archives Biological Science**, v.59, n.3, p.209-216, 2007.

RABELO, L. A.; AGRA, M. F.; LEITÃO-DA-CUNHA, E. V.; SILVA, M. S.; BARBOSA-FILHO, J. M. Homohesperetin and phaseollidin from *Erythrina velutina*. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.29, p.543-544, 2001.

RABELO, L.A.; AGRA, M.F.; DA-CUNHA, E.V.L.; SILVA, M.S.; BARBOSA-FILHO, J.M. Homohesperetin and phaseollidin from *Erythrina velutina*. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.29, n.5, p.543-544, 2001.

RAMANJULU, S; BARTELS, D. Drought – and desiccation – induced modulation of gene expression in plants. **Plant Cell Environmental**, v. 25, p.141-151, 2002.

RATHINASABAPATHI, B. Metabolic Engineering for Stress Tolerance: Installing Osmoprotectant Synthesis Pathways. **Annals of Botany**, v.86, p.709-716, 2000.

RATNASOORIYA, W.; DHARMASIRI, M. G. Aqueous extract of Sri Lankan *Erythrina indica* leaves has sedative but not analgesic activity. **Fitoterapia**, v.70, p.311-313, 1999.

RAUPP, I. M.; SERENIKI, A.; VIRTUOSO, S.; GHISLANDI, C.; CAVALCANTI E SILVA, E. L.; TREBIEN, H. A.; ANDREATINI, R. Anxiolytic-like effect of chronic treatment with *Erythrina velutina* extract in the elevated plus-maze test. **Journal of ethnopharmacology**, v. 118, n. 2, p. 295-299, 2008.

RAUPP, I.M.; SERENIKI, A.; VIRTUOSO, S.; GHISLANDI, C.; CAVALCANTI, E. S. E. L.; TREBIEN, H. A.; MIGUEL, O. G.; ANDREATINI, R. Anxiolytic-like effect of chronic treatment with

Erythrina velutina extract in the elevated plus-maze test.

Ethnopharmacology, v. 118, p. 295-299, 2008.

REDDY, A. R.; CHAITANYA, K. V.; VIVEKANANDAN, M. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. **Journal of Plant Physiology**, v.161, p.1189-1202, 2004.

RIBEIRO, L. F.; HOLANDA, F. S. R.; ARAUJO FILHO, R. N. Revegetação das margens do rio Paramopama utilizando técnica de bioengenharia de solos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 2, p. 31-40, abr.-jun., 2013.

RIBEIRO, M. D.; ONUSIC, G. M.; POLTRONIERI, S. C.; VIANA, M. B. Effect of *Erythrina velutina* and *Erythrina coral tree* in rats submitted to animal models of anxiety and depression. **Brazilian journal of medical and biological research**, v.39, n.2, p.263-270, 2006.

RIBEIRO, M. D.; ONUSIC, G. M.; POLTRONIERI, S. C.; VIANA, M. B. Effect of *Erythrina velutina* and *Erythrina mulungu* in rats submitted to animal models of anxiety and depression. **Braz. J. Med. Biol. Res.**, v. 39, p. 263-270, 2006.

RIBEIRO, R. C.; MATIAS, J. R.; PELACANI, C. R.; DANTAS, B. F. Activity of antioxidant enzymes and proline accumulation in *Erythrina velutina* Willd. seeds submitted to abiotic stresses during germination. **Journal of Seed Science**, (no prelo), 2014

RIBEIRO-REIS, R. C. Tolerância a estresses abióticos em sementes de *Erythrina velutina* Willd. (leguminosae - Papilionoideae) nativa da caatinga. **Informativo Abrates**, v.22, n.3, p.28-31, 2012a.

RIBEIRO-REIS, R. C. **Tolerância a estresses abióticos em sementes de *Erythrina velutina* Willd. (Leguminosae - Papilionoideae) nativa da caatinga**. 2013. 132f. (Doutorado em Botânica). Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, BA. 2012c.

RIBEIRO-REIS, R. C.; DANTAS, B. F.; PELACANI, C. R. Mobilization of reserves and germination of seeds of *Erythrina velutina* Willd. (Leguminosae - Papilionoideae) under different osmotic potentials. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 34, nº 4 p. 580 - 588, 2012b.

- RIVERO, R. M.; RUIZ, J. M.; GARCIA, P. C.; LOPEZ-LEFEBRE, L. R.; SANCHEZ, E.; ROMERO, L. Resistance to cold and heat stress: accumulation of phenolic compounds in tomato and watermelon plants. **Plant Science**, v.160, p.315-321, 2001.
- ROCCA, M. A.; SAZIMA, M. Beyond hummingbird-flowers: The other side of ornithophily in the Neotropics. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 67-99, 2010.
- ROCHA, M. A. C. DA; COSTA, M. A. P. DE; SILVA, A.S.; LEDO, C. A. DA S.; MOREIRA; M. J. S., BASTOS, L. P. Enraizamento *in vitro* e aclimatização de genótipos de jenipapeiro (*Genipa americana* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.3, p.769-774, 2008.
- RODERJAN, C.V.; **Morfologia do estágio juvenil de 24 espécies arbóreas de uma floresta com araucária**. Curitiba: UFPR, 1983. 148p. (Dissertação Mestrado).
- RODRIGUES, A. G. Plantas medicinais e fitoterapia no sistema Único de saúde: IX ciclo de palestras sobre plantas medicinais de saúde. I Encontro sobre Trabalhos comunitários com plantas medicinais e homeopatia, viçosa/MG. Resumos.... Viçosa/MG: 2004. s/p. CD-ROM.
- RODRIGUES, A. G.; COELHO, F. M. G. Formas de conhecimento. IN: Rodrigues, A. G. *et al.* Plantas medicinais e aromáticas: etnoecologia e etnofarmacologia.. Viçosa, MG: UFV, p.3-22, 2002.
- RODRIGUES, M.; CAMPOS, L. C. Estratégia para o tratamento com levodopa na doença de Parkinson. **Revista Analytica**. N. 23, p. 44-51. 2006.
- ROGER K. L.; GRICE, I. D.; GRIFFITHS, L. R. Modulation of *in vitro* platelet 5-HT release by species of *Erythrina* and *Cymbopogon*. **Life Sciences**, v.69, p.1817-1829, 2001
- ROSA, D. S.; FAGGION, S. A.; GAVIN, A. S.; SOUZA, M. A.; FACHIM, H. A.; SANTOS, W. F.; PEREIRA, A. M. S.; CUNHA, A. O. S.; BELEBONI, R. O. Erysothrine, an alkaloid extracted from flowers of *Erythrina mulungu* Mart. ex Benth: Evaluating its anticonvulsant and anxiolytic potential. **Epilepsy & Behavior**, v.23, p.205-212, 2012.

Rosa, L. dos S.; Vieira, T. A.; Santos, D. S.; Silva, L. C. B. da. Emergência, crescimento e padrão de qualidade de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke sob diferentes níveis de sombreamento e profundidades de semeadura. **Ciências Agrárias**, n. 52, p.87-98, 2009.

Rose, R.; Carlson, W. C.; Morgan, P. The target seedling concept. In: Target seedling symposium; Meeting of the Western Forest Nursery Associations, 1990, Oregon. **Proceedings...** Oregon: USDA, 1990. p. 1-9.

ROUT, G. R.; MOHAPATRA, A., MOHAN JAIN, S. Tissue culture of ornamental pot plant: A critical review on present scenario and future prospects. **Biotechnology Advances**, v.24, n.6, p.531-560, 2006.

RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. Unidades de conservação brasileiras. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 27-35, 2005.

SANTOS, L. W.; COELHO, M. F. B. Sombreamento e substratos na produção de mudas de *Erythrina velutina* Willd. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 4, p. 571-577, 2013.

SARRAGIOTO, M. H.; LEITÃO FILHO, H.; MARSAIOLI, A. J. Erysoitrine-*N*-oxide and erythartine-*N*-oxide, two novel alkaloids from *Erythrina mulungu*. **Canadian Journal of Chemistry**, v.59, p.2771-2775, 1981.

SBFgnosia, 2014. Sociedade Brasileira de Farmacognosia. O que é farmacognosia? Acesso em 28.03.2014. Disponível em: <http://www.sbfgnosia.org.br/farmacognosia.html>

SCHÄFFER, W. **Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco: O que uma coisa tem a ver com a outra?** Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro. Brasília: MMA, 2011.

SCHNEIDER, D. S.; ROESSLI, L.; EXCOFFIER, L. **Arlequin ver. 2000: a software for population genetics data analysis**. Geneva: Genetics and Biometry Laboratory/University of Geneva, 2000.

SEGARRA-MORAGUES, J. G.; PALOP-ESTEBAN, M.; GONZÁLEZ-CANDELAS, F.; CATALÁN, P. On the verge of

- extinction: genetics of the critically endangered Iberian plant species, *Borderea chouardii* (Dioscoreaceae) and implications for conservation. **Molecular Ecology**, v.14, p. 969– 982, 2005.
- SENA, C. M. de. 2008. **Sementes Florestais: Colheita, Beneficiamento e Armazenamento**. Natal: MMA. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Departamento de Florestas. Programa Nacional de Florestas. Unidade de Apoio do PNF do Nordeste, 2008.
- SERGIPE. SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO E DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - SEPLANTEC. SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS E PESQUISAS-SUPES. **Informes Municipais**: Aracaju, 2000. 75f.
- SETTI-PERDIGÃO, P.; SERRANO, M. A. R.; FLAUSINO JR., O. A.; BOLZANI, V. S.; GUIMARÃES, M. A. P.; CASTRO, N. G. *Erythrina mulungu* alkaloids are potent inhibitors of neuronal nicotinic receptor currents in mammalian cells. **Plos One**, v.8, p.e82726, 2013.
- SGHERRI, C. L. M.; NAVARRI-IZZO, F. Sunflower seedlings subjected to increasing water deficit stress: oxidative stress and defence mechanisms. **Physiologia Plantarum**, v.93, p.25-30, 1995.
- SILVA JÚNIOR, V.T. **Biometria, germinação e crescimento inicial de *Erythrina velutina* Willd (Leguminosae-Papilionoideae) ocorrente em caatinga e brejo de altitude (PE)**. 2005. 70f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.
- SILVA, M. B. R.; VIÉGAS, R. A.; DANTAS-NETO, J.; FARIAS, S. A. R. Estresse salino em plantas da espécie florestal sabiá. **Caminhos da Geografia**, v.10, n.30, p.120-127, 2009.
- Silva, R. F. da; Saidelles, F. L. F.; Kemerich, P. D. C.; Steffen, R. B.; Swarowsky, A.; Silva, A. S. da. Crescimento e qualidade de mudas de timbó e dedaleiro cultivadas em solo contaminado por cobre. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p.881–886, 2012.
- SOCOŁOWSKI, F.; TAKAKI, M. Germination of *Jacaranda mimosifolia* (D. Don - Bignoniaceae) seeds: effects of light, temperature

and water stress. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, p.785-792, 2004.

SONG, J.; FENG, G.; TIAN, C.; ZHANG, F. Strategies for adaptation of *Suaeda physophora*, *Haloxylon ammodendron* and *Haloxylon persicum* to a saline environment during seedgermination stage. **Annals of Botany**, v.96, p.399–405, 2005.

SOUZA, A. S.; COSTA, M. A. P. C.; SEREJO, J. A. S.; JUNGHANS, T. G.; SOUZA, F. V. D. Introdução à Cultura de Tecidos de Plantas. In: SOUZA, A. S.; JUNGHANS, T. G. **Introdução à micropropagação de plantas**. Cruz das Almas: Embrapa, 2006. p.11.

SOUZA, D. C. L.; SILVA-MANN, R.; MELO, M. F. V. Indicadores de sustentabilidade para conservação genética de *Erythrina velutina* Willd., em área de mata ciliar. **Rev. Árvore**, v.38, n.6, p. 1103-1113, 2014.

SOUZA, L. M. F. I.; KAGEYAMA, P. Y.; SEBBENN, A. M. Estrutura genética em populações fragmentadas de *Chorisia speciosa* St. Hil (Bombacaceae). **Scientia Forestalis**, n.65, p.70-79, 2004.

STOJANOVIC, D.; FERNANDEZ, M.; CASALE, I. TRUJILLO, D.; CASTES, M. Characterization and mitogenicity of a lectin from *Erythrina velutina* seeds. **Phytochemistry**, v.37, n.4, p.1069-1074, 1994.

TANAKA, H.; ETOH, H.; SHIMIZU, H.; OH-OCHI, T.; TEREDA, Y.; TATEISHI, Y. Erythrinian alkaloids and isoflavonoids from *Erythrina poeppigiana*. **Planta Medica**, v.67, p.871-873, 2001.

TANAKA, H.; ETOH, H.; WATANABE, N.; SHIMIZU, H.; AHAMAD, M.; RIZWANI, G. H. Erysubins C-F, four isoflavoids from *Erythrina suberosa* var. *glabrescences*. **Phytochemistry**, v.56, p.769-773, 2001.

TANAKA, H.; TANAKA, T.; ETOH, H. A pterocarpan from *Erythrina orientalis*. **Phytochemistry**, v.42, n.5, p.1473-1475, 1996.

TANAKA, H.; TANAKA, T.; ETOH, H. A pterocarpan from *Erythrina orientalis*. **Phytochemistry**, v.45, n.1, p.205-207, 1997a.

TANAKA, H.; TANAKA, T.; ETOH, H. Erythrinan alkaloid from *Erythrina x bidwillii*. **Phytochemistry**, v.48, p.1461-1463, 1998.

- TANAKA, H.; TANAKA, T.; ETOH, H. Three pterocarpanes from *Erythrina crista-galli*. **Phytochemistry**, v.45, n.4, p.835-838, 1997b.
- TANDON, S. P.; TIWARI, K. P.; GUPTA, A. P. New alkaloid from the seeds of *Erythrina lithosperma*. **National Academy of Science India, Section A**. v.39, p.263-264, 1969.
- TELIKEPALLI, H.; GOLLAPUDI, S.R.; KESHAVARZ-SHOKRI, A.; VELAZQUEZ, L.; SANDAMANN, R.A.; VELIZ, E.A.; JAGANNADHA RAO, K.V.; MADHAVI, A.S.; MITSCHER, L.A. Isoflavonoids and a cinnamyl phenol from root extracts of *Erythrina variegata*. **Phytochemistry**, v.29, n.6, p. 2005-2007, 1990.
- TERMIGNONI, R. R. **Cultura de Tecidos Vegetais**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005.
- THORPE, T. A.; HARRY, I. S.; KUMAR, P. P. Morphogenesis and regeneration. In: VASIL, I. K.; THORPE, T. A. **Plant cell and tissue cult**. Dordrecht: Kluwer, 1994. p.17-35.
- THRALL, P.H.; BURDON, J.J.; MURRAY, B.R., **The metapopulation paradigm: a fragmented view of conservation biology**. In: YOUNG, A.G.; CLARKE, G.M. (Eds.) Genetics, demography and viability of fragmented populations. Cambridge University Press, 2000.
- TIWARI, K. P.; MASSOD, M. Alkaloids from pods of *Erythrina arborescens*. **Phytochemistry**, v.18, n.12, p.704-705, 1979b.
- TIWARI, K.P.; MASSOD, M. Erysopinophorine a new quaternary alkaloid from pods of *Erythrina arborescens*. **Phytochemistry**, v.18, n.12, p.2069-2070, 1979a.
- TOREZAN, J.M.D.; SOUZA, R.F.; RUAS, P.M.; RUAS, C.F.; CAMARGO, E.H.; VANZELA, A.L.L. Genetic variability of pré and post-fragmentation cohorts of *Aspidosperma polyneuron* Muell. Arg. (Apocynaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.48, n.2, p.171-180, 2005.
- TORGGLER, M. G. F.; CONTEL, E. P. B.; TORGGLER, S. P. **Isoenzimas Variabilidade genética em plantas**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1995.

VALADARES, J.; DE PAULA, R. C. Temperaturas para Germinação de Sementes de *Poecilanthe parviflora* Bentham (FABACEA-FABOIDEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.2, p.164-170, 2008.

VALVERDE, S. R. *et al.* 2012. **Silvicultura brasileira – oportunidades e desafios da economia verde**. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <http://fbds.org.br/fbds/IMG/pdf/doc-549.pdf> Acesso em: 31.03.2014

VANTI, N. A. P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ci. Inf., Brasília**, v. 31, n. 2, p. 152-162, 2002.

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

VASCONCELOS, S. M. ; LIMA, N. M.; SALES, G.T.M.; CUNHA, L. M. V. A.; SILVEIRA, E. R.; RODRIGUES, A. C. P.; MACÊDO, D.S.; FONTELES, M. M. F.; SOUSA, F. C. F.; VIANA, G. S. B. Anticonvulsant activity of hydroalcoholic extracts from *Erythrina velutina* and *Erythrina mulungu*. **J. Ethnopharmacol.**, v. 10, n.2, p. 271-274, 2007.

VASCONCELOS, S. M.; MACEDO, D. S.; DE MELO, C. T.; PAICA MONTEIRO, A.; RODRIGUES, A. C.; SILVEIRA, E. R.; CUNHA, G. M.; SOUZA, F. C.; VIANNA, G. S. Central activity of hydroalcoholic extracts from *Erythrina velutina* and *Erythrina mulungu* in mice. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v.56, n.3, p.389-393, 2004.

VASCONCELOS, S. M.; MACEDO, D. S.; DE MELO, C. T.; PAIVA MONTEIRO, A.; RODRIGUES, A. C.; SILVEIRA, E. R.; CUNHA, G. M.; SOUSA, F. C.; VIANA, G. S. Central activity of hydroalcoholic extracts from *Erythrina velutina* and *Erythrina coral tree* in mice. **J Pharm Pharmacol**, v. 56, n. 3, p. 389-93, 2004.

- VASCONCELOS, S. M.; REBOUÇAS OLIVEIRA, G.; MOHANA DE CARVALHO, M.; RODRIGUES, A.C.P; SILVEIRA, E.R.; FONTELLES, M. M. F. Antinociceptive activities of the hidroalcoholic extracts from *Erythrina velutina* and *Erythrina coral tree* in mice. **Biological and Pharmacological Bulletin**; v.26, n.7, p.946-9, 2003.
- VASCONCELOS, S.M.M.; MACEDO, D.S.; PAIVA MONTEIRO, A.; RODRIGUES, A.C.P.; SILVEIRA, E.R.; CUNHA, G.M.A; SOUSA, F.C.F.; VIANA, G.S.B. Central activity of hidroalcoholic extracts from *Erythrina velutina* and *Erythrina mulungu* in mice. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v.56, n.3, p.389–393, 2004.
- VASCONCELOS, S.M.M.; REBOUÇAS OLIVEIRA, G.; MOHANA DE CARVALHO, M.; RODRIGUES, A.C.P.; ROCHA SILVEIRA, E.; MARIA FRANÇA FONTELES, M.; FLORENÇO SOUSA, F.C.; BARROS VIANA, G.S. Antinociceptive activities of the hidroalcoholic extracts from *Erythrina velutina* and *Erythrina mulungu* in mice. **Biological Pharmaceutical Bulletin**, v.26, n.7, p. 946 -949, 2003.
- VENCOVSKY. R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E; VIEGAS, G. P. **Melhoramento e produção do milho**. 2. Ed. Campinas: Fundação Cargill, p.137-214, 1987.
- VERMA, S. K.; KUMAR, B.; RAM, G.; SINGH, H. P.; LAL, R. K. Varietal effect on germination parameter at controlled and uncontrolled temperature in Palmarosa (*Cymbopogon martinii*). **Industrial Crops and Products** v.32, p.696–699, (2010).
- VERSLUES, P. E.; AGARWAL, M.; KATIYAR-AGARWAL, S.; ZHU, J.; ZHU, J. K. Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing abiotic stresses that affect plant water status. **The Plant Journal**, v.45, n.4, p.523-539, 2006.
- Viana, J. S.; Gonçalves, E. P.; Andrade, L. A. de; Oliveira, L. S. B. de O.; Silva, E. de O. Crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* link. em diferentes tamanhos de recipientes. Curitiba, PR: **Revista Floresta**, v.38, n.4, p. 663-671, 2008.
- VICIENT C. M.; GRUBER, V; DELSENY, N. The Arabdopsis AtEm1 promoter is active in *Brassica napus* L. and is temporally and spatially

regulated. **Journal Experimental Botany**, v.52, n.360, p.1587-1591, 2001.

VIDAL, V.N.; VIDAL, M.R.R. **Botânica - Organografia**. Viçosa: UFV, 1995. 114p.

VIRGENS, I. O.; FERNANDEZ, L. G.; DE CASTRO, R. D.; PELACANI, C. R. Avaliação fisiológica e bioquímica da germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (ANARCADIACEAE) sob diferentes condições abióticas. **Informativo Abrates**, v.22, n.3, p.24-28, 2012.

VIRTUOSO, S. **Estudos fitoquímico e biológico das cascas de *Erythrina velutina* Willd.** – Fabaceae (Leguminosae – Papilionoide). Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) Universidade Federal do Paraná, Curitiba. P. 106, 2005.

VIRTUOSO, S.; DAVET, A.; DIAS, J. F. G.; CUNICO, M. M.; MIGUEL, M. D.; OLIVEIRA, A. B.; MIGUEL, O. E. Estudo preliminar da atividade antibacteriana das cascas de *Erythrina velutina* Willd. Fabaceae (Leguminosae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.15, n.2, 2005.

VOGEL, H.G. Similarities between various systems of traditional medicine, considerations for the future of ethnopharmacology. **Journal of Ethnopharmacology**, v.35, p.179-190, 1991.

VOIGT, E. L. ALMEIDA, T. D.; CHAGAS, R. M.; PONTE, L. F. A.; VIEGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. Source-sink regulation of cotyledonary reserve mobilization during cashew (*Anacardium occidentale*) seedling establishment under NaCl salinity. **Journal of Plant Physiology**, v.166, p.80-89, 2009.

WANJALA, C. C. W.; JUMA, B. F.; BOJASE, G.; GACHE, B. A.; MAJINDA, R. R. T. Erythrinian alkaloids and antimicrobial flavonoids from *Erythrina latissima*. **Planta Medica**, v.68, p.640-642, 2002.

WANJALA, C. C. W.; MAJINDA, R. R. T. Two novel glucodienoid alkaloids from *Erythrina latissima* Seeds. **Journal of Natural Products**, v.63, p.871-873, 2000.

WHISTLER, W.A.; ELEVITCH, C.R. *Erythrina variegata* (coral tree). In: ELEVITCH, C.R. **Traditional trees of pacific islands: their culture**,

environment, and use. Holualoa: Permanent Agriculture Resources, 2006. p.329-344.

WINOGRAD, M; FERNÁNDEZ, N.; FRANCO, R.M. **Marco conceptual para el desarrollo y uso de indicadores ambientales y de sustentabilidad para la tomada de decisiones en Latinoamérica y el Caribe**. PNUMA-CIAT, 1996.

WRIGHT, S. Isolation by distance. **Genetics**, Baltimore, v.28, n.2, p.114-138, 1943.

YAMAMOTO, P.Y. Interação genótipo x ambiente na produção e composição de óleos essenciais de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. Dissertação (Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agrônômico - USP, Campinas, 2006. 90f

YANCEY, P. H.; CLARKE, M. E.; HAND, S. C.; BOWLUS, R. D.; SOMERO, G. N. Living with water stress: evolution of osmolyte systems. **Science**, v.217, p.1214-1222, 1982.

YEH, F. Populations genetics. **Forest conservation genetics: principles and practices**. In: YOUNG, A.; BOSHIER, D.; BOYLE, T. (eds) Melbourne: CSIRO Publishing, 2000. 352p.

YENESEW, A.; MIDIWO, J. O.; HEYDENREICH, M.; SCHANZENBACH, D.; PETER, M. G. Two isoflavonoids from the stem bark of *Erythrina sacleuxii*. **Phytochemistry**, v.55, p.457-459, 2000.

YEO, A. Molecular biology of salt tolerance in the context of whole-plant physiology. **Journal of Experimental Botany**, v.49, p.913-929, 1998.

ZHANG, H.; IRVING, L. J.; MCGILL, C.; MATTHEW, C.; ZHOU, D.; KEMP, P. The effects of salinity and osmotic stress on barley germination rate: sodium as an osmotic regulator. **Annals of Botany**, v.106, p.1027-1035, 2010.

ZHU, J. K. Salt and drought stress signal transduction in plants. **Annual Review of Plant Biology**, v.53, p.247-273, 2002.

ZIMBACK, L.; MORI, E.S.; KAGEYAMA, P.Y.; VEIGA, R.F.A.;
MELLO JÚNIOR, J.R.S. Estrutura genética de populações de *Trichilia*
pallida Swartz (Meliaceae) por marcadores RAPD. **Scientia Forestalis**,
n.65, p.114-119, 2004.

